N°6 • OCTUBRE 1998 • 350 PTAS.

Newton

El espectáculo de la ciencia

GRAN REGALO
Póster gigante de las constelaciones



EL PODER DE LA MÚSICA
La eficacia terapéutica y psicológica del ritmo



¿PARA QUÉ SIRVE EL SEXO?
Los grandes misterios de la reproducción



EL NACIMIENTO DEL UNIVERSO
Un recorrido apasionante desde el Big Bang hasta hoy

Ideas para un mundo más verde



Newton • N°6 • OCTUBRE 1998
EL PODER DE LA MÚSICA • ¿PARA QUÉ SIRVE EL SEXO? • EL NACIMIENTO DEL UNIVERSO • IDEAS PARA UN MUNDO MÁS VERDE



Las energías renovables

María Luisa Delgado Medina*

Tal como se admite generalmente, renovables son las energías de nulo o muy bajo impacto ambiental que utilizan para su generación recursos naturales que se renuevan constantemente como la fuerza del viento o del agua, la radiación del Sol, la materia orgánica o el calor de las capas profundas de la Tierra, entre otros.

Desde hace años, el CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) viene realizando una labor continuada de investigación científica y tecnológica en este terreno, tanto por razones de tipo ambiental -sin duda estas energías minimizan los problemas que generan la transformación y uso de las convencionales: lluvia ácida, cambio climático, etc.-, como por la situación contradictoria de nuestro país, privilegiada en cuanto fuente de recursos renovables y dependiente energéticamente del exterior.

Las organizaciones internacionales no han sido insensibles en esta materia. Naciones Unidas, por ejemplo, ha propuesto que en el año 2050 la demanda mundial de energía primaria sea cubierta con energías renovables en, al menos, un 60%. A su vez, la Comisión de la Unión Europea ha fijado el objetivo de contribución del 12% por fuentes de energías renovables al consumo energético interior, antes del año 2010.

Recientemente la cumbre de Kyoto, que limita estrictamente las emisiones de CO_2 y otros gases de efecto invernadero, insiste a los países signatarios en la necesidad de ampliar el esfuerzo de investigación en las tecnologías ligadas a estas energías, tecnologías cuyo grado de desarrollo es muy variable.

En tanto que la minihidráulica es ya una tecnología madura y la eólica genera electricidad a precios hoy muy competitivos -tan solo algo por encima del mercado-, la fotovoltaica exige costes de inversión todavía hoy muy elevados. En solar térmica de alta temperatura para producción de electricidad, aún cuando no se ha instalado ninguna planta comercial en nuestro país, tanto la tecnología de torre central, como la de colectores cilindro parabólicos y de discos, se ha mejorado ampliamente en las instalaciones de la Plataforma Solar de Almería.

Respecto a la solar térmica de baja temperatura, es una tecnología madura desde hace varios años, pero no acaba de penetrar a gran escala en el mercado.

La biomasa de generación eléctrica, que utiliza en la actualidad sistemas convencionales de caldera/turbina, evoluciona hacia sistemas más avanzados de conversión termoquímica como la combustión en lecho fluido y la gasificación.

La biomasa para producción de biocombustibles líquidos de aplicación en el sector transporte se enfrenta al reto de incrementar el índice de producción por superficie cultivada y de obtener mejores ratios entre la energía consumida en la transformación y la energía del combustible obtenido. Para producir definitivamente las energías renovables es preciso desarrollar materiales y procesos de bajo coste, eficientes y estables.

El CIEMAT lidera muchos proyectos de I+D europeos cuyo propósito es abordar los desafíos tecnológicos que hemos mencionado, para lo que cuenta con uno de los mejores equipos de científicos y tecnólogos de Europa especializados en el ámbito de las energías renovables. Además, dispone de infraestructura para ensayos y análisis de gran solvencia, que en el caso de las tecnologías termosolares son de las más importantes del mundo. Las empresas españolas, a su vez, también están razonablemente bien situadas en cuanto a liderazgo tecnológico en este ámbito.

Para conseguir un sistema mundial limpio y sostenible, con previsiones actuales que apuntan hacia un crecimiento global del consumo energético, en especial en los países menos desarrollados, el futuro pasa por una apuesta contundente por las energías renovables.

*Subdirectora General del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT.

Newton El espectáculo de la ciencia SIGLO XXI

OCTUBRE 1998. AÑO 1 - N. 6
REVISTA MENSUAL DE CIENCIA Y CULTURA
PRADILLO, 42. TELF.: 586 43 09-25. FAX: 586 43 14. E-MAIL: NEWTON@EL-MUNDO.ES

Editor: Juan Carlos Laviana
Director: Antonio Romero
Coordinación: Francisco Rego y José Luis Ortega
Director de Arte: Luis M. Turnes
Redacción: Gema Sánchez Navas, Pilar Grosso, Ana Goñi, Lorena Ruano y Luis Piña (Diseño)
Colaboradores: Paloma Casado, José Manuel Vidal, Santiago Escalada, Beatriz Paredes, Alberto Luchini, Ana Marta Moreno, Massimo Bozzo, Concha González, Andrea Frova, Alberto de las Fuentes, Manuel Domenech, Isabel Oliu, Daniel Izeddin, Josep M. Escofet y Francisco Castracane (Infografía)

Exclusiva de publicidad: Publiespaña S.A.
Mar Moreno (Directora de Publicidad)
Plaza Plablo Ruiz Picasso, s/n
Torre Picasso, Planta 14
Telf.: 91/394 05 69

Marketing: Juan Carlos Durán
Producción: Juan Morales
Fotomecánica: Gama Color
Imprime: Rotedic
Distribuye: Unidad Editorial
Depósito Legal: M-11659-1998

Edita: Ediservicios M-2000
Pradillo, 42
Telf.: 586 43 10-25
Fax: 586 43 14
Administrador único: Juan M. González Díaz
Coordinador General: Jaime Gutiérrez-Colomer

Ediservicios M-2000 es una sociedad del Grupo **Unidad Editorial**
Presidente: Alfonso de Salas
Director Editorial: Pedro J. Ramírez
Director General: Balbino Fraga
Director Gerente: Antonio Fernández-Galiano
Director Comercial: Alejandro de Vicente

En colaboración con
RCS Periodici S.p.A.
Newton
Newton Press Inc. Japan.
Newton publica en exclusiva para España textos, fotos e ilustraciones de los mensuales Newton editados en Japón e Italia.



Las energías alternativas 16

Bastaría, por ejemplo, con aprovechar una pequeña parte de la energía del Sol para producir la misma cantidad de energía que generan cien millones de centrales nucleares

40
Cuestión de ritmo
La música se utiliza tanto para vender más en los grandes almacenes como para curar enfermedades mentales y motrices.





76 Desde el desierto hacia las estrellas

En el desierto chileno de Atacama se están construyendo unos telescopios gigantes para estudiar el origen del universo.



98 Pros y contras del alcohol

En dosis moderadas es beneficioso para el organismo, pero el consumo excesivo de alcohol produce desagradables consecuencias en el cuerpo: intoxicación, cáncer y cirrosis.

MEDIO AMBIENTE 16
Ideas para un mundo más verde
El Sol, las olas marinas, el viento... Soluciones limpias para abastecer de energía a la Tierra

COMPORTAMIENTO 40
El poder de la música
Sus efectos ayudan a mejorar el aprendizaje, a prepararse para el parto o curar el dolor de cabeza

BIOLOGÍA 50
¿Para qué sirve el sexo?
Hay seres que viven igual de bien sin el sexo. ¿Es, por tanto, de utilidad la reproducción sexual?

ARQUEOLOGÍA 64
La biblioteca prehistórica
El arte rupestre sigue estando rodeado de numerosos misterios todavía sin resolver

ASTRONOMÍA 76
El ojo más grande del cosmos
En Chile se alzan cuatro telescopios capaces de ver a un hombre en la Luna

PSICOLOGÍA 88
Curar con la mente
La hipnosis resulta eficaz contra el dolor, los trastornos emotivos y en la preparación al parto

FISIOLOGÍA 98
Saber beber
Propiedades beneficiosas y perjuicios que acarrea el consumo de bebidas alcohólicas

ESPECIAL 106
Visión inédita de los océanos
Excepcionales fotografías obtenidas por los satélites de la Agencia Europea del Espacio

MEDICINA 116
Cobayas humanos
Son voluntarios, personas anónimas que venden sus cuerpos para ensayar nuevas medicinas

Teléfono de atención al lector
y suscripciones: 902 363 902
Solicitado control OJD

SUMARIO

TECNOLOGÍA 124
Autopista submarina
Un colosal túnel de 15 kilómetros de largo permite cruzar bajo el agua la bahía de Tokio

ZOOLOGÍA 131
Animales de campeonato
Newton ha diseñado dos superejemplares de animales capaces de batir los principales récords

COSMOLOGÍA 138
Así nació el universo
Las hipótesis más aceptadas sobre la formación del universo, su evolución, presente y futuro

SECCIONES

GOLPES DE INGENIO 8
Descubrimientos, inventos, ideas

GACETA DE LOS DESCUBRIMIENTOS 36
El diario de la historia de la ciencia

CINECIENCIA 49
Estrenos y noticias

MUNDO BIT 62
Noticias del universo informático

TECNOSHOP 74
Los productos de última generación

OJO DE GALILEO 84
Fenómenos cotidianos

ZOOM. LOS DENTÍFRICOS 104
Ciencia y tecnología vistas de cerca

EN CD-ROMS 114
Las últimas novedades en multimedia

NUEVOS LIBROS 130
Títulos recientes llegados a las librerías

PREGUNTE A NEWTON 158
Respuesta a las curiosidades de los lectores

JUEGOS 162
Ponga a prueba su agilidad mental



124 Macroproyectos bajo el mar

Las grandes obras de ingeniería no cesan. Primero se construyó un túnel submarino en el Canal de la Mancha. Ahora le ha tocado el turno a Japón, cuya bahía ya se puede cruzar en coche a 10 metros por debajo de la superficie agua.







131 Más rápidos, más fuertes, más inteligentes...

Son los atletas mejor dotados. Superanimales que podrían pulverizar las marcas de los deportistas más cotizados del momento. Especies que difícilmente un ser humano podría batir en una pista de atletismo.



138 Los primeros 'llantos' del cosmos

Aseguran los astrofísicos que de una gran explosión, el *Big-Bang*, surgió el universo, no el que hoy conocemos, sino la semilla que hace miles de millones de años dio lugar a lo que ahora son los planteas, las estrellas y todos los objetos celestes.

LA LECHE MATERNA transmite el virus del sida, según un estudio publicado por la Universidad Victor Segalen (Burdeos). Este resultado es fruto de una investigación de niños en Europa, EEUU y varios países africanos.



Extraños casos de 'infanticidio' entre los delfines

Los delfines, como otros muchos mamíferos, pueden matar a sus propias crías. Los investigadores de la Whale and Dolphin Conservation Society han realizado las autopsias a varios ejemplares que aparecieron muertos en la costa nordeste de Escocia y están convencidos de que, dadas las heridas sufridas, los autores han sido ejemplares adultos de la misma especie, conocida como delfines de nariz de botella (*Tursiops truncatus*). Las heridas analizadas parecen idénticas a las inferidas por ejemplares de esta especie cuando se enfrentan a delfines comunes (*Delphinus delphis*) con los que mantienen constantes pugnas territoriales. Mark Simmonds de la WDCS ha declarado que son necesarias comprobaciones posteriores de lo que parece un comportamiento infanticida que, si bien se ha observado en otros mamíferos, es la primera vez que se hace en los cetáceos. No se descarta que se trate de alteraciones de comportamiento debidas a alguna enfermedad o a la excesiva presión causada por el hombre.

Patatas contra el cáncer

Un equipo de científicos de la Universidad de Girona, en colaboración con el Anderson Cancer Center de Houston y la Universidad Autónoma de Barcelona, está desarrollando una nueva vía en la lucha contra el cáncer: una proteína presente en la patata que frena el desarrollo de determinados procesos cancerígenos. La PCI actúa como desinhibidor del EGF, una molécula que se encuentra en el cuerpo humano de forma natural y que estimula el crecimiento de los tumores. Gracias a la proteína PCI, los investigadores han conseguido frenar el factor de crecimiento de algunos tumores, llegando a conseguir una reducción de hasta un 75% de su crecimiento normal. Los responsables del estudio consideran el descubrimiento esperanzador, aunque, en su opinión, «no es una solución definitiva». De momento, apuestan por el tratamiento combinado de fármacos.



Al habla con el ordenador

El profesor Juan Echanobe, de la Universidad Pública de Navarra, ha diseñado un sistema que permite a las personas comunicarse directamente con las computadoras a través de medios naturales, como pueden ser el lenguaje escrito o el hablado. Este avance en el campo de la informática tendrá numerosas aplicaciones, como la creación de mejores sistemas de lectura para ciegos, el procesamiento intensivo de archivos y documentos en bancos y oficinas, o la clasificación de direcciones postales. Pese a los futuros logros que este hallazgo aportará, Echanobe ha reconocido que en este campo todavía quedan muchos problemas por resolver, debido, entre otros, a la variedad de estilos, tamaños y tipos de escritura, además de la posible existencia de alteraciones o deterioro de los textos. De hecho, asegura este experto, «el objetivo final de reconocer un texto cualquiera sin restricciones, al menos tal y como hacemos las personas habitualmente, se encuentra aún muy lejano».





Famosos virtuales: cómo invitar a las celebridades del pasado a nuestras fiestas particulares

Invitar a Groucho Marx a nuestro cumpleaños o conseguir que Marlene Dietrich lea un discurso en la inauguración de nuestro negocio ya es posible gracias a la tecnología digital desarrollada por la sociedad californiana 'Virtual Celebrity' ('Celebridades Virtuales'). La idea de sobreponer viejas filmaciones en vídeos nuevos ya fue utilizada en *Forrest Gump*, película en la que Tom Hanks estrechaba la mano a John Kennedy y otros personajes. Más tarde, secuencias de películas de John Wayne, Fred Astaire y otros actores clásicos se han utilizado en publicidad. Pero con las nuevas tecnologías es factible *animar* una imagen en lugar de usar viejos fotogramas. La imagen de la persona se selecciona por un escáner y aparece en el monitor del ordenador. Para animarla, una persona se coloca un casco con diversos sensores en varios puntos del cuerpo de manera que la imagen reproduce sus movimientos. El único problema son los derechos de autor, pero ya se han conseguido los de Groucho Marx, Marlene Dietrich y Sammy Davis Jr.

Golpes de ingenio

DESCUBRIMIENTOS, INVENTOS, IDEAS DEL MUNDO

UN DINOSAURIO ROBOT, similar al *iguanodon bernitassenis,* ha sido creado en los laboratorios del Instituto de Automática Industrial del CSIC. La nueva criatura mecánica es capaz de perseguir a un objeto en movimiento.

Un gran paso para que los paralíticos recuperen sus funciones

Un novedoso microsistema diseñado por investigadores del Instituto de Microelectrónica de Barcelona, permitirá que determinados lesionados medulares recuperen el control sobre algunas de sus funciones orgánicas. El sistema, que irá implantado en el afectado, «destaca por su gran utilidad médica y por las aplicaciones clínicas de la estimulación eléctrica», afirmaron sus creadores. No sólo tendrá una aplicación inmediata, sino que «busca la mejora tecnológica por medio de la incorporación microelectrónica». En el desarrollo del aparato han colaborado, además del instituto catalán, la Universidad Autónoma de Barcelona y el Instituto Guttmann de Rehabilitación. Los tres centros trabajan en la actualidad en un sistema que active las raíces sacras de pacientes con lesiones medulares, con el fin de que puedan controlar procesos fisiológicos como la erección, la micción o la defecación, mejorando la calidad de vida del afectado. Este electroestimulador, que consta de varios circuitos integrados, y cuyo prototipo está en fase de pruebas, es el primer paso para demostrar la utilidad biomédica de los microprocesadores. Los sectores que más recurren al empleo de esta tecnología son los del automóvil y el de las telecomunicaciones, si bien los expertos auguran que los campos de la medicina y de la biomedicina serán fundamentales para esta prometedora industria.





Alucinaciones, un secreto casi desvelado

Cada vez se está más cerca de descubrir el mecanismo básico de las alucinaciones que sufren los esquizofrénicos. Las investigaciones llevadas a cabo por científicos estadounidenses y británicos del Instituto de Neurología de Londres abren una nueva vía para conocer mejor lo que se activa en el cerebro para producir las alucinaciones, tanto visuales como auditivas. Mediante la técnica de PET (Tomografía por Emisión de Positrones) los expertos del instituto londinense lograron visualizar la actividad de distintas áreas del cerebro de pacientes que pudieran intervenir en el desarrollo de esta alteración mental, cuya causa es todavía desconocida. Esta técnica, que trata de obtener imágenes en color de la actividad cerebral, está siendo utilizada conjuntamente con la resonancia magnética y magnetoencefalografía, que permiten observar en directo la actividad neuronal y efectuar asimismo mapas de nuestro cerebro.

El hombre es más primitivo que la mujer al expresar sus emociones

A la hora de expresar los sentimientos, el hombre es más primitivo que la mujer. Al menos eso se asegura en un estudio realizado por neurólogos de la Universidad de Pennsylvania (EEUU). Las mujeres, por tanto, expresan sus emociones de forma más sutil que los hombres, quienes, por el contrario, lo hacen de manera más primaria. Los neurólogos llegaron a esta conclusión después de estudiar la actividad cerebral de un grupo femenino y otro masculino. Las pruebas revelaron que las mujeres utilizan, sobre todo, las palabras para expresar sus emociones, mientras que los hombres se valen más de los gestos. Aunque la actividad cerebral es similar en ambos sexos, existen diferencias significativas en las áreas relacionadas con el control de los movimientos, y en aquellas que intervienen en los procesos cognitivos y emocionales.



China desarrolla un nuevo sistema de televisión de alta definición

La televisión del próximo siglo empieza a implantarse con fuerza en varios países. Primero fueron Japón, Estados Unidos y Alemania y ahora el turno le ha llegado a China, que acaba de desarrollar un nuevo sistema digital de televisión de alta definición que ha costado casi dos millones de dólares (250 millones de pesetas). Se podrá utilizar para emisiones regulares en unos dos años. Song Jian, director del programa estatal de alta tecnología, que ha hecho posible el desarrollo del sistema después de dos años de investigaciones, indicó que su país es actualmente uno de los grandes productores mundiales de televisores. Ellos mismos son unos grandes consumidores, ya que 300 millones de hogares chinos disponen de al menos un aparato de televisión. Este sector absorbe el 43% de la producción de toda la industria electrónica estatal.

Restos de un barco otomano hundido en el mar Rojo en el siglo XVIII han sido rescatados al sureste de El Cairo (Egipto). Entre las piezas encontradas figuran vasos, tazas, platos, perfumeros y varios objetos de porcelana china.



El coche fantástico no contamina

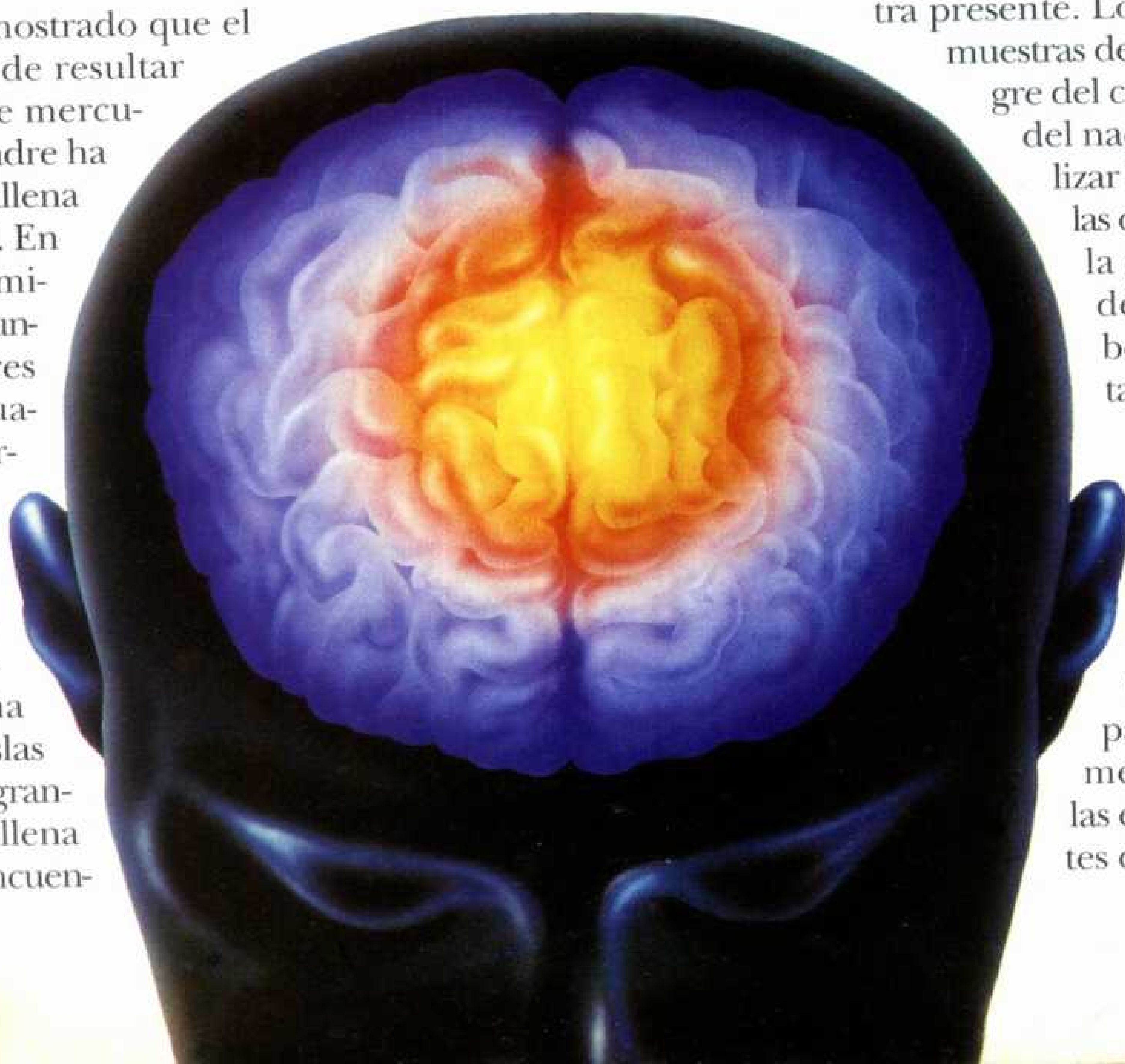
Nissan ha presentado el Altra EV en el Salón del Automóvil de Los Ángeles. Es el coche eléctrico más avanzado del mundo, un vehículo que empezará a comercializarse a partir del año 2000 y que todavía está en fase de experimentación. Utiliza un motor magnético de sincronismo permanente que, a pesar de tener un reducido tamaño, alcanza una potencia máxima de 83 caballos. También cuenta con una revolucionaria batería de iones de litio, que alcanza los 85 watios-hora por kilo, es decir, aproximadamente el triple que las baterías convencionales de plomo, y en torno a 150 veces más que las de hidruro de níquel. Este moderno diseño en la batería combina, además, una apreciable reducción de tamaño con un notable aumento del rendimiento, y no sufre el denominado efecto memoria, que se produce a causa de las sucesivas recargas de la batería, produciendo su pérdida de capacidad.

Tratamiento de los alimentos: un eléctrico 'retorno al futuro'

Se va a poner de moda la utilización de la electricidad en las técnicas de tratamiento de los alimentos. Ya en 1915 los productores de leche recurrían a la corriente eléctrica para esterilizarla. Olvidada durante decenios, esta técnica ha suscitado nuevamente el interés de los investigadores y de los industriales. Los científicos han demostrado que los campos eléctricos a impulsos de alta intensidad (*Hefp, High electric field pulses*) muestran gran eficacia para desactivar algunos microbios. Se ha observado que, cuando se crea un campo eléctrico alrededor de una célula, sus paredes tienden a romperse. En la membrana, en efecto, comienzan a aparecer pequeños poros que la convierten en permeable a los líquidos intercelulares. Según la fuerza del campo eléctrico, de su duración y del número de los impulsos, esta permeabilidad puede ser reversible o permanente. Un proyecto de investigación, denominado Fair y coordinado por Dietrich Knorr de la Universidad de Berlín, se propone estudiar la mayor parte de los efectos del Hefp en el tratamiento de los alimentos, para obtener así un juicio objetivo sobre la tecnología a aplicar. En el proyecto se experimentarán métodos que combinan los Hefp con tratamientos térmicos o bien utilizan los Hefp como fase preparatoria. Esta fase es necesaria por la resistencia que las esporas de algunos microorganismos oponen a los Hefp.

El mercurio presente en el pescado retarda el desarrollo cerebral en los niños

Un estudio reciente ha demostrado que el cerebro de los niños puede resultar dañado por pequeñas dosis de mercurio si durante la gestación la madre ha ingerido pescado o carne de ballena contaminada con este mineral. En efecto, la Food and Drug Administration norteamericana ha anunciado que los peces predadores como el pez espada o los escualos pueden contener metilmercurio en cantidades superiores al límite recomendado. Para verificar el impacto de estas sustancias en los fetos, Philippe Grandjean de la universidad danesa de Odense ha elegido a la población de las islas Feroe, que en su dieta incluye grandes cantidades de carne de ballena en la que el metilmercurio se encuentra presente. Los investigadores han recogido muestras de cabellos de las madres y de sangre del cordón umbilical en el momento del nacimiento de los niños para analizar los datos y determinar las secuelas que el neonato ha tenido durante la gestación. Los resultados han demostrado claramente que los bebés cuyas madres tenían altas tasas de metilmercurio presentaban deficiencias neurológicas. En efecto, «un aumento de la exposición al mercurio puede provocar un retraso de cerca de dos meses en algunas funciones cerebrales», comenta Grandjean, que propone para paliar los efectos un control del mercurio en la pesca, informar a las embarazadas, identificar las fuentes de contaminación y eliminarlas.



LA LEISHMANIOSIS, provocada por un parásito de la sangre, y que se transmite a través de un mosquito, es una de las infecciones que más afectan en España a los animales domésticos, sobre todo a los perros. Ataca al sistema inmune.

Mauna-Kea!

Un agujero negro ocupa el centro de nuestra galaxia



No se sabía a ciencia cierta pero se sospechaba. El centro de nuestra galaxia está habitado por un gigantesco agujero negro que se traga todas las estrellas que puede, debido a que su fuerza de gravedad es tan grande que atrae todo lo que le rodea, luz incluida. El agujero fue identificado por Andrea Ghez, de la Universidad de California Los Ángeles (UCLA), gracias al telescopio Keck de Maunea Kea, en Hawai, uno de los más potentes del mundo. Esta científica llevó a cabo una exhaustiva observación de los movimientos de las estrellas que circulan por la Vía Láctea desde 1995, comprobando que la trayectoria de una veintena de ellas se vio muy afectada por una misteriosa fuente que ejercía una potente fuerza gravitatoria. Ampliando y analizando las fotografías de las estrellas por ordenador, pudo aumentar el tamaño de las imágenes 20 veces, y así, en 1995, asistió a la desaparición de una estrella, la que en aquel momento se encontraba más próxima al extraño objeto celeste. Pero Ghez no se detuvo en sus descubrimientos, y con el tiempo determinó que las estrellas de este sector giraban a una velocidad que llegaba hasta los 4,8 millones de kilómetros por hora, es decir, 10 veces las de una estrella clásica, y que sólo un objeto 2,6 millones de veces más pesado que nuestro Sol podría propulsar así una estrella. Ya no existía ninguna duda, aunque la tecnología no ha permitido verlo, se trataba de un inmenso agujero negro que, como todos los demás, se define como un objeto que ha sufrido un drástico colapso gravitacional, como por ejemplo, cuando una estrella explosiona dando lugar a una supernova y la masa de su núcleo triplica la del Sol, entonces se forma un agujero negro.



El cerdo es quizás el mejor amigo del hombre

Razón tienen quienes dicen que del cerdo se aprovecha todo. La Medicina moderna también se ha fijado en este familiar animal con el propósito de salvar vidas humanas. De hecho, el cerdo se perfila como el donante ideal de órganos. Es lo que se conoce como xenotrasplante. Mediante la modificación de algunos de sus genes, el animal puede fabricar, por ejemplo, un corazón compatible con el organismo humano. Es decir, un órgano que no produzca rechazo. Los ensayos se están realizando con primates. El Hospital Juan Canalejo de A Coruña trabaja en esta línea, en colaboración con otros centros extranjeros. El Coordinador de Trasplantes de la Comunidad de Murcia, Pablo Ramírez, ha advertido, no obstante, que «todavía no se tienen respuestas claras y contundentes sobre si los órganos de animales van a funcionar o no en las personas».



Expedientes X en España

Para los curiosos y los amantes de la ufología puede ser un buen año. El Ejército del Aire acaba de desclasificar 83 expedientes de avistamientos de ovnis (Objetos Voladores No Identificados) en España. Los documentos se encuentran a disposición del público en el Cuartel General del Aire en Madrid. Los avistamientos descritos se produjeron entre los años 1962 y 1995. Para Vicente Juan Ballester, director de investigaciones de la Fundación Anomalia, con esta desclasificación «se derrumba uno de los falsos mitos asentados entre los creyentes de los ovnis, como es la conspiración y el secretismo oficial». «Hoy sabemos», añade, «que el Ejército del Aire sólo investigó muy someramente la fenomenología ovni entre 1968 y 1980».

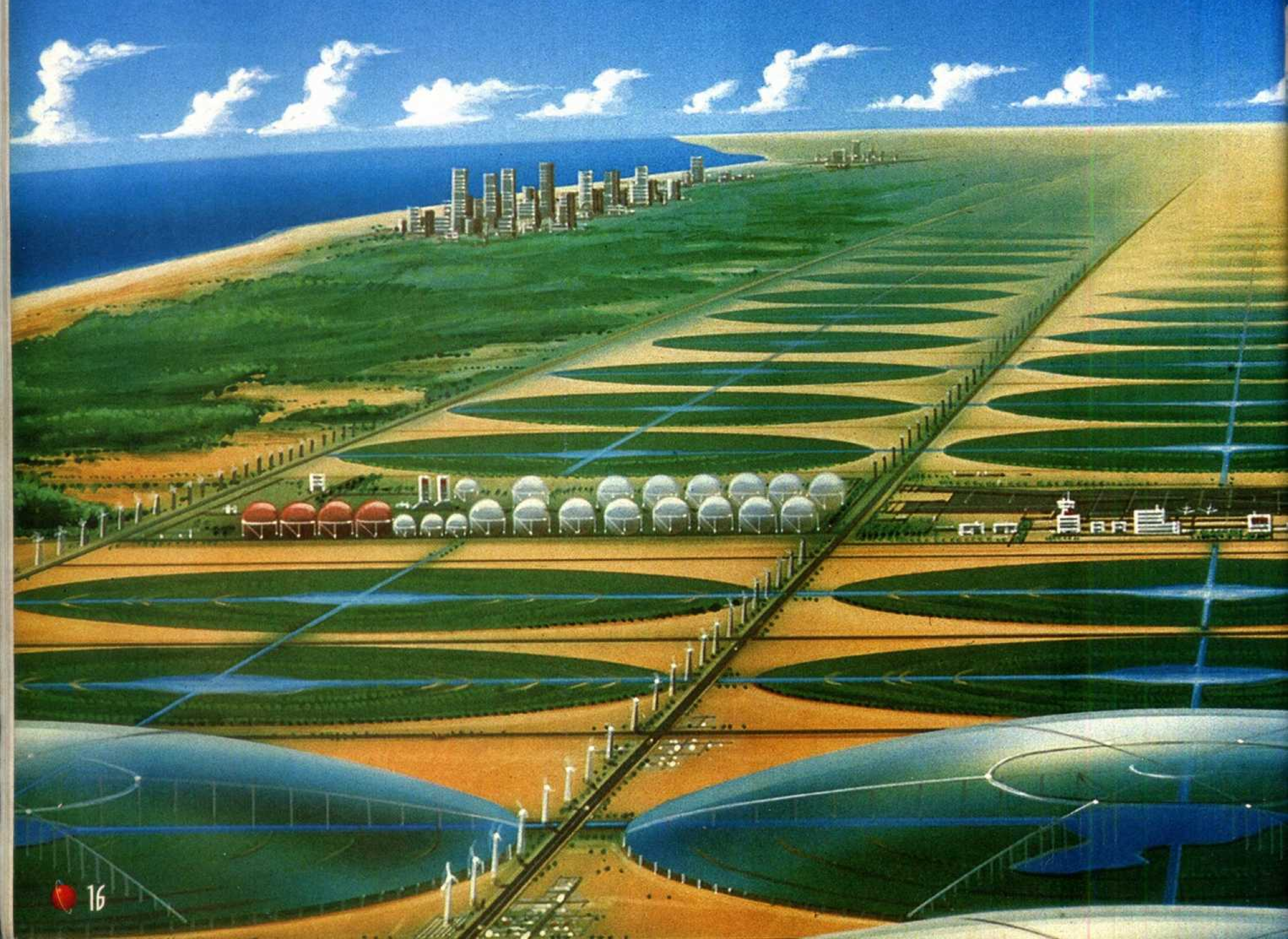
Hundimiento canario

La isla de Gran Canaria pudo haberse hundido unos 1.000 metros hace varios miles de años, según la hipótesis del equipo científico del buque oceanográfico español Hespérides. La teoría se sustenta en el reciente descubrimiento de un volcán submarino, de unos 500 metros de altitud y situado a unos 2.500 metros de profundidad, que se encuentra en mitad de la falla que separa las islas de Gran Canaria y Tenerife. El hallazgo de un volcán de estas características a tanta profundidad es infrecuente, lo que ha llevado a la conclusión de que, en principio, estuvo mucho más cerca de la superficie. La configuración de la plataforma continental de Gran Canaria es otro de los argumentos que avalan esta hipótesis. Los oceanógrafos también han llegado a la conclusión de que las islas Canarias no se comportan como un solo bloque, sino que cada una de ellas se mueve de manera independiente.

Ideas para un planeta más verde

Aprovechar el calor del Sol, la fuerza del viento y las corrientes de aire que se originan en los océanos; transformar las olas marinas en electricidad y los desechos en combustible. Así es como los científicos tratan de hacer frente a una exigencia cada vez más apremiante: resolver el problema energético y vivir en un planeta limpio

POR PACO REGO Y PAOLA EMILIA CICERONE



El planeta necesita cada vez más energía, pero sobre todo necesita energía limpia y renovable. Sin embargo, hoy en día la mayoría de fuentes energéticas se componen de combustibles fósiles que contaminan y suponen un recurso limitado con el que no se puede contar de forma indefinida.
Lo que más hizo reflexionar a los países industrializados, y mucho antes que empezaran a tenerse en cuenta los riesgos medioambientales, fueron las crisis petroleras de los años 70. Tiempo después, cuando empezaron a proliferar los proyectos de investigación sobre las llamadas fuentes de energía renovables, se descubrió que éstas permitían conciliar la creciente necesidad de energía con la preocupación por el estado del planeta. Un descubrimiento que comienza a calar profundamente en España, que participa en numerosos proyectos de investigación sobre energías alternativas y que se ha convertido en uno de los países europeos con mayor futuro en las implantación de las energías eólicas y solares. La Comisión Europea difundió hace unos meses un Libro Blanco que propone una estrategia y un plan de acción global para multiplicar por dos, de aquí al 2010, la cuota de las fuentes energéticas renovables, de forma que pase del 6 al 12% del consumo total de energía dentro de la UE, frente al 25% que ocupa a nivel mundial. Mientras tanto, los científicos siguen estudiando la forma de aprovechar al máximo las fuentes de energía menos contaminantes y, por tanto, de limitar los daños causados por la contaminación. Un empeño que podrá traducirse en resultados concretos sólo si existe, a nivel mundial, la voluntad política de sostenerlo.



¿UN FUTURO ECOLÓGICAMENTE CORRECTO? La ilustración recrea el escenario de un futuro 'limpio', en el que las principales fuentes de energía de la Tierra son renovables y totalmente compatibles con el medio ambiente. Bastaría con sacar provecho de una pequeña parte de la enorme cantidad de energía que llega desde el Sol a nuestro planeta: 173 billones de kilovatios, la misma que producirían 100 millones de centrales nucleares.

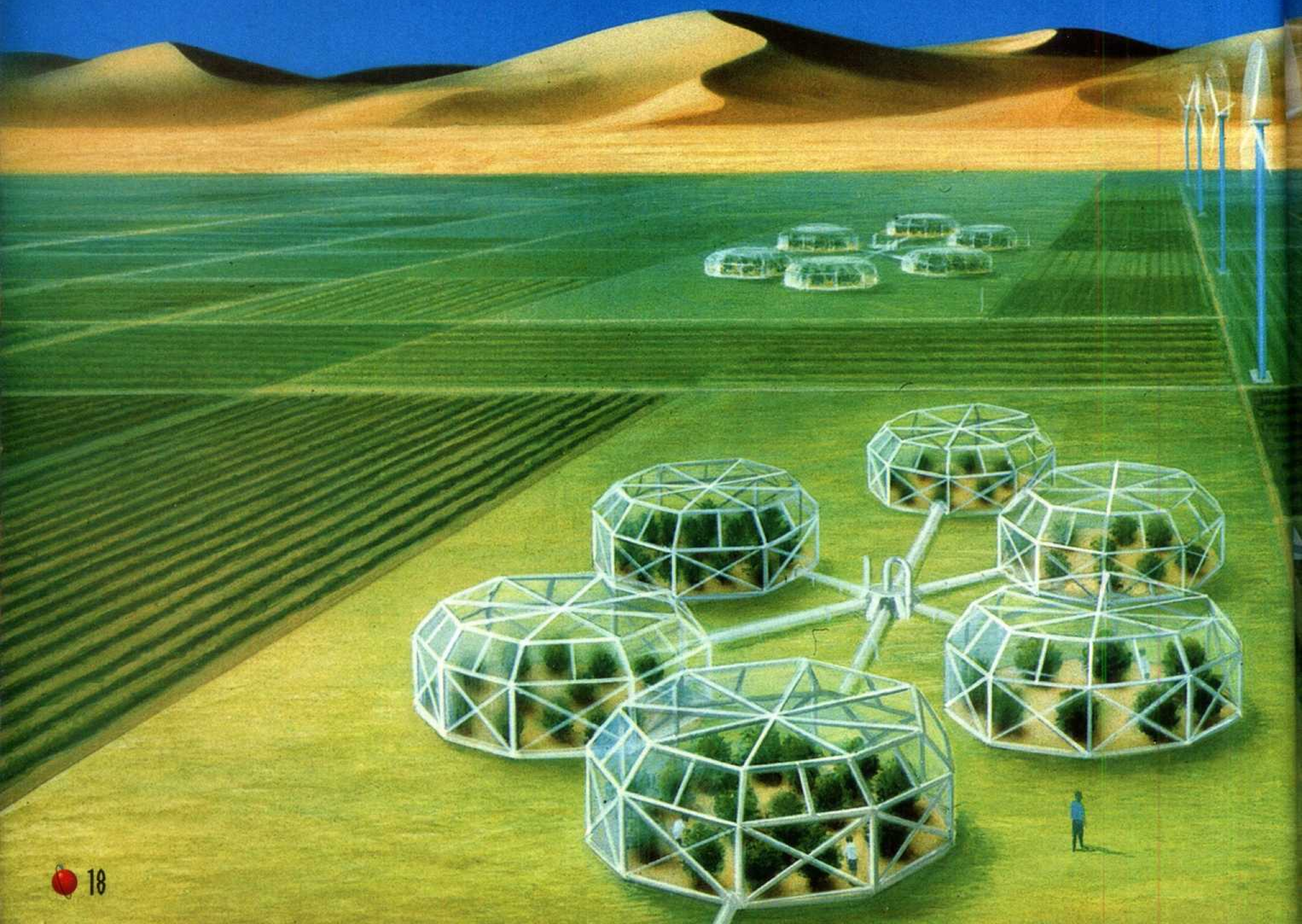
La respuesta está en el viento

Aprovechar la fuerza del viento para generar energía es una idea que viene de lejos: las embarcaciones de vela aparecen ya en grabados egipcios fechados en el año 2500 a. C y es muy probable que los molinos de viento ya se utilizaran en Mesopotamia más o menos en esta misma época. Esta idea ha vuelto a resurgir con fuerza gracias a la tecnología.

Los primeros aerogeneradores modernos se remontan a principios de siglo, pero el interés por la energía eólica surgió sobre todo a partir de los años 70, como consecuencia de la crisis del petróleo. A pesar de su pujanza, la potencia eólica instalada en todo el mundo –alrededor de 3.500 megavatios (MW)– sólo utiliza una mínima parte de la energía técnicamente disponible, aunque se estima que si se aprovechara al máximo el potencial eólico del continente europeo, ésta podría cubrir la mitad del consumo energético actual. De hecho Europa y, en particular, Alemania, España, Dinamarca y Francia, son los países europeos más vanguardistas en la producción de este tipo de energía, aunque sea Estados Unidos quien encabece su explotación a escala mundial. Las redes eléctricas actuales pueden transportar sin mayores problemas entre un 10 y un 20% de la electricidad generada por el viento.

Por lo que respecta a su utilización en nuestro país, Navarra, Andalucía y Galicia han decidido apostar definitivamente por este tipo de energía. Sólo en Navarra, el 15% de la energía que se consume hoy en día procede de los aerogeneradores eólicos. Y para el año 2010 se pretende que la oferta llegue al 45% de la población, lo que supondría abastecer de luz a casi medio millón de familias.

En 10 años Galicia contará previsiblemente 17 parques eólicos, una iniciativa que también están barajando otras comunidades, con lo que España podría convertirse en líder mundial en el aprovechamiento del viento para generar energía. Según datos del Ministerio de Industria, se podría abastecer a casi cuatro millones de personas una vez que concluyan todos los proyectos, en los que participan, además de las comunidades ya mencionadas, Aragón, Canarias, Cataluña y Castilla y León.





UN POTENCIAL DE ALTOS VUELOS
El viento es una de las fuentes de energía renovables que mayor interés despierta entre los gobiernos y organismos medioambientales, aunque actualmente el coste de producción siga siendo más elevado que el de la energía producida por combustibles fósiles. Sin embargo, su potencial es especialmente importante: en Europa, por ejemplo, se podría cubrir la mitad de la demanda energética total.

La corriente genera corriente

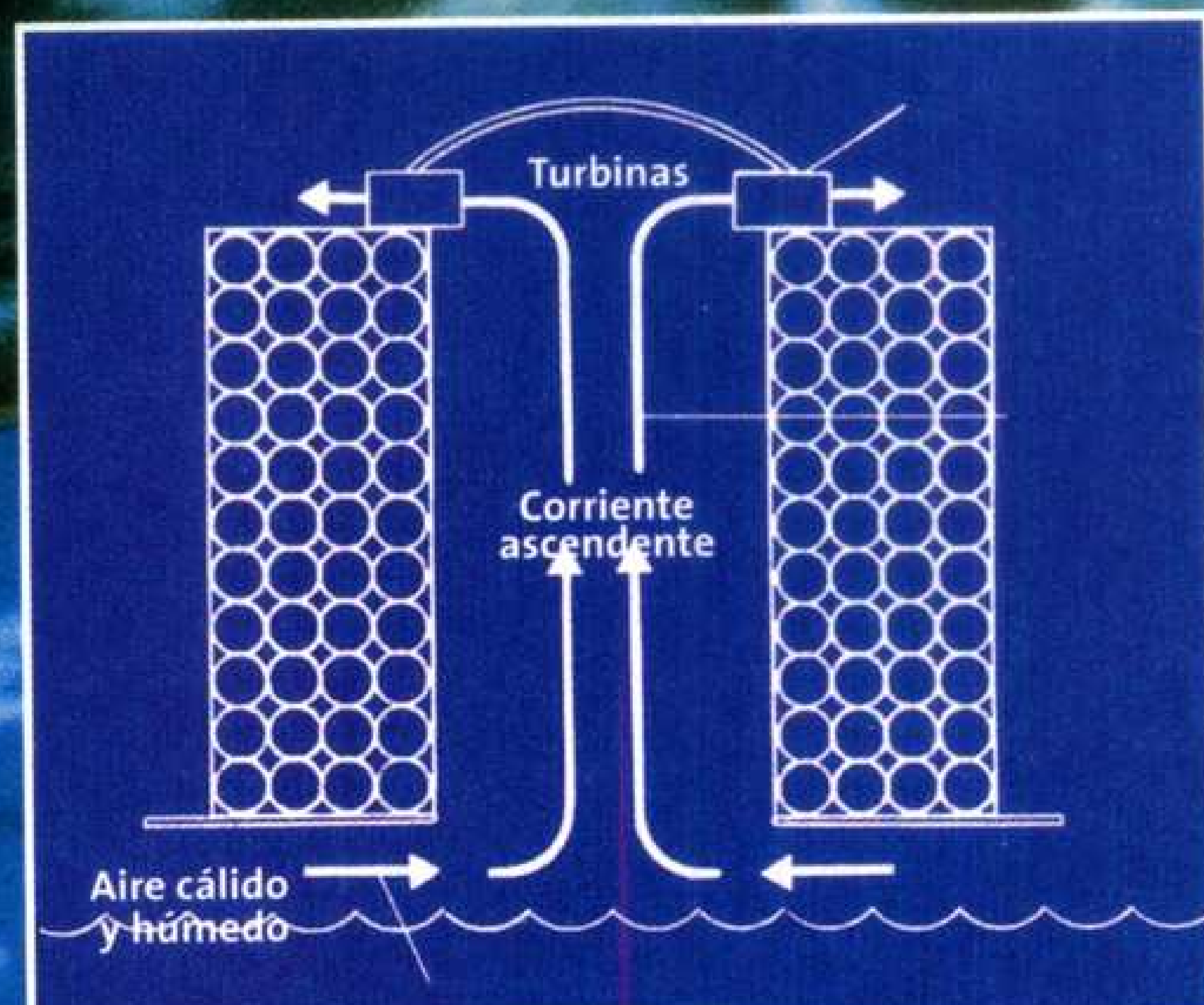
En relación con la utilización del viento para la producción de energía, los sistemas más extendidos son los generadores de turbina, que con el tiempo han ganado en potencia y eficacia. Los modelos actualmente utilizados con fines experimentales son capaces, en lugares con ventosidad media, de producir más de cuatro millones de kilovatios a la hora, suficientes para cubrir todas las necesidades energéticas de 1.800 familias. Algunos proyectos pretenden construir máquinas aún más eficaces mediante la creación de sistemas que permitan concentrar el viento, como una suerte de embudo (en Nueva Zelanda se encuentran en fase de experimentación algunos prototipos) por donde entra el viento para después salir a mayor velocidad, y que permitan realizar instalaciones más pequeñas y de mayor potencia.

Pero también puede sacarse partido de la energía eólica utilizando las corrientes ascendentes que se forman en los océanos, sobre todo en las regiones tropicales.

De hecho, la energía eólica no es más que el calor solar transformado en viento y corrientes marinas por el desplazamiento de masas de aire caliente y frío en la troposfera (es decir, la región de la atmósfera que se extiende desde la superficie de la Tierra hasta una altitud de casi 15 kilómetros sobre las latitudes medias y donde se producen los fenómenos meteorológicos que determinan el clima). Las radiaciones solares calientan una masa de aire y la empujan hacia arriba, produciendo una corriente ascendente.

Algunos investigadores japoneses han formulado la hipótesis de construir en mitad del océano enormes infraestructuras cilíndricas de varios kilómetros de alto, en donde recoger las corrientes ascendentes, que de esta forma podrían activar las turbinas y generar electricidad.





UNA CENTRAL DE GLOBOS INFLADOS

La fantasía de los proyectistas no tiene límites. En su afán por encontrar soluciones siempre más innovadoras han ideado una infraestructura de varios kilómetros de alto que aprovecha las corrientes ascendentes de aire caliente que se forman sobre todo en las regiones tropicales. El aire calentado por las radiaciones solares y humedecido por la superficie del mar tiende a subir, mientras que el aire más frío tiende a desplazarse hacia abajo. Se trata de un movimiento de convección que se produce con frecuencia en la atmósfera. De esta forma, en las zonas tropicales se forman cúmulos sobre el océano. La instalación cilíndrica que viene representada junto a estas líneas contiene en su estructura millones de globos inflados con helio que otorgan ligereza al conjunto, anclado a pocos metros sobre el nivel del mar. El aire húmedo y caliente de la superficie del mar sube por el interior de la instalación y, cuando alcanza la parte superior, pone en rotación una serie de turbinas que generan electricidad.

'Esponjas' de energía solar

Antoine Cesar Becquerel descubrió en 1839 el efecto fotovoltaico por el que algunos materiales semiconductores expuestos a una radiación luminosa generan electricidad. La luz es un conjunto de partículas (fotones) que, al chocar con los materiales semiconductores, liberan electrones generando así una corriente eléctrica. Para aprovechar este efecto, mediante la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, se idearon en 1954 las células fotovoltaicas (o solares). Conectadas entre sí forman un conjunto que se conoce como módulo solar fotovoltaico. Un instrumento eficaz y flexible que permite construir centrales solares o instalaciones mucho más modestas de muy diversos tamaños. Su tecnología ha progresado notablemente en los últimos años, especialmente en lo que se refiere al uso del silicio en la experimentación de nuevos semiconductores, como el arseniuro de galio y el telururo de cadmio.

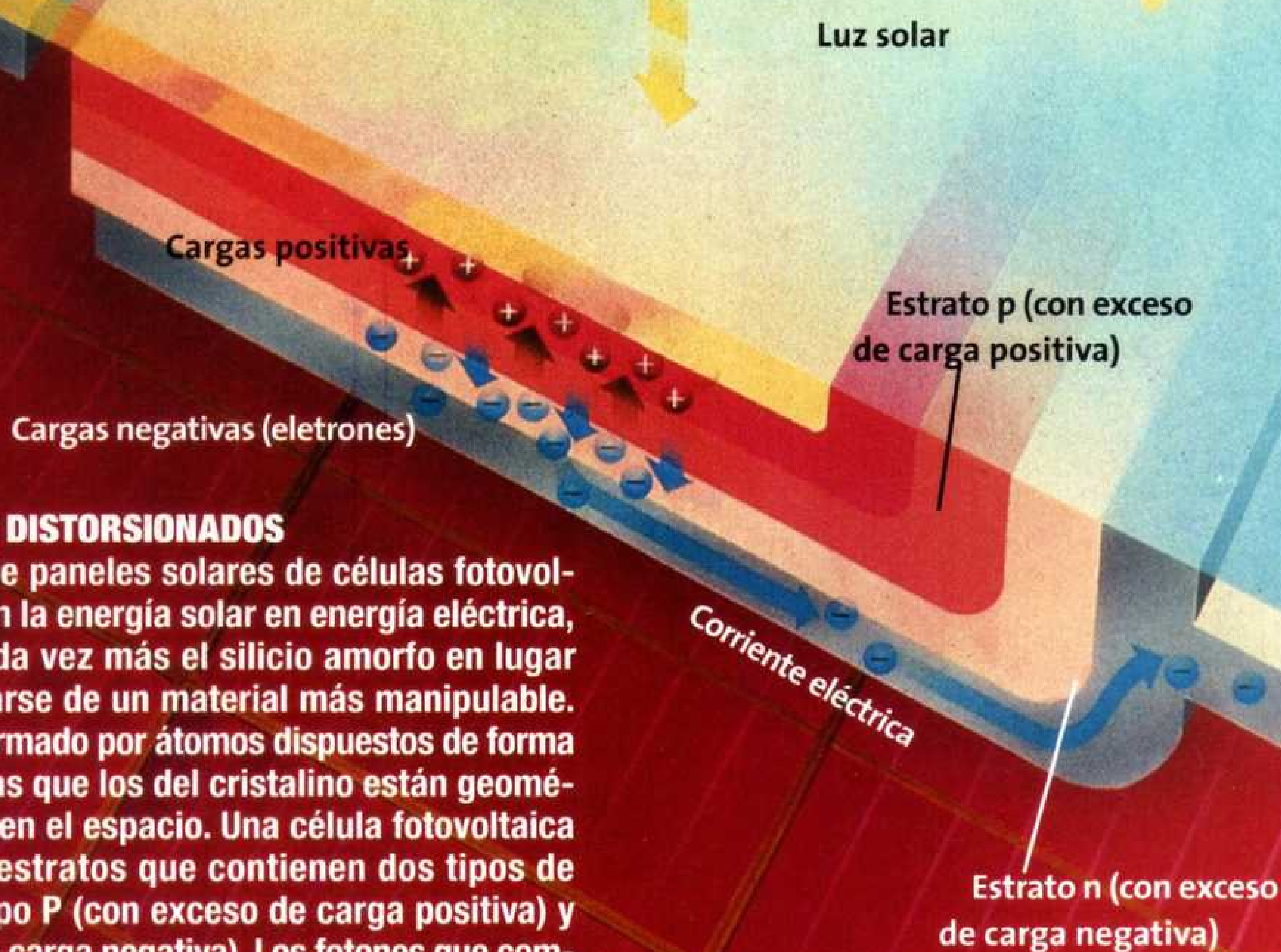
La eficiencia de conversión de las células solares basadas en silicio ha pasado del 6%, que se registraba en los años 80, a la actual de 20,5% que generan, por ejemplo, algunos prototipos australianos.

Pero también se está empezando a difundir un material relativamente nuevo, el silicio amorfo (denominado así porque la distribución de sus átomos no es geométricamente ordenada, sino casual). A pesar de su menor rendimiento, resulta más económico y flexible, comparado con el rígido silicio cristalino. Con el silicio amorfo se pueden realizar paneles solares de todas las formas y tamaños, como por ejemplo tejas solares para recubrir los techos de las viviendas.

Además del silicio, se están experimentando otros materiales, más costosos pero capaces de generar rendimientos más elevados, necesarios para las aplicaciones espaciales. La NASA, por ejemplo, ha desarrollado una célula solar de seleniuro de indio y telururo de cadmio con una eficiencia de conversión del 24%.

Actualmente, existen en el mundo alrededor de 50.000 instalaciones fotovoltaicas. El principal productor de este tipo de energía es Estados Unidos, que concentra el 54% de la potencia total, seguido de Europa y Japón. Italia, que encabeza la lista de países europeos, dispone de 4.000 instalaciones, entre las que se incluyen la central ENEL de Serre (Salerno), que genera una potencia de 3,3 megavatios y la de la isla de Vulcano.

Las aplicaciones de la energía solar son múltiples: automóviles, hospitales, viviendas, oficinas, etc. podrán en un futuro abastecerse de esta inagotable fuente de energía. Para aumentar su difusión, y hacerla más competitiva con la obtenida mediante los procesos convencionales, los expertos creen que sería necesario reducir antes su coste: actualmente, la electricidad de origen fotovoltaico cuesta en torno a las 26 y 103 pesetas por kilovatio, frente a las 7-8,5 pesetas que viene a costar la obtenida en centrales eléctricas convencionales.



ESOS ÚTILES ÁTOMOS DISTORSIONADOS

Para la construcción de paneles solares de células fotovoltaicas, que transforman la energía solar en energía eléctrica, se tiende a utilizar cada vez más el silicio amorfo en lugar del cristalino, por tratarse de un material más manipulable. El silicio amorfo está formado por átomos dispuestos de forma 'desordenada', mientras que los del cristalino están geométricamente ordenados en el espacio. Una célula fotovoltaica está estructurada en estratos que contienen dos tipos de semiconductores: el tipo P (con exceso de carga positiva) y el tipo N (con exceso de carga negativa). Los fotones que componen la luz solar excitan los electrones del silicio y los obligan a separarse del átomo. De esta forma, se crea un flujo de electrones que conforma una corriente eléctrica utilizable.

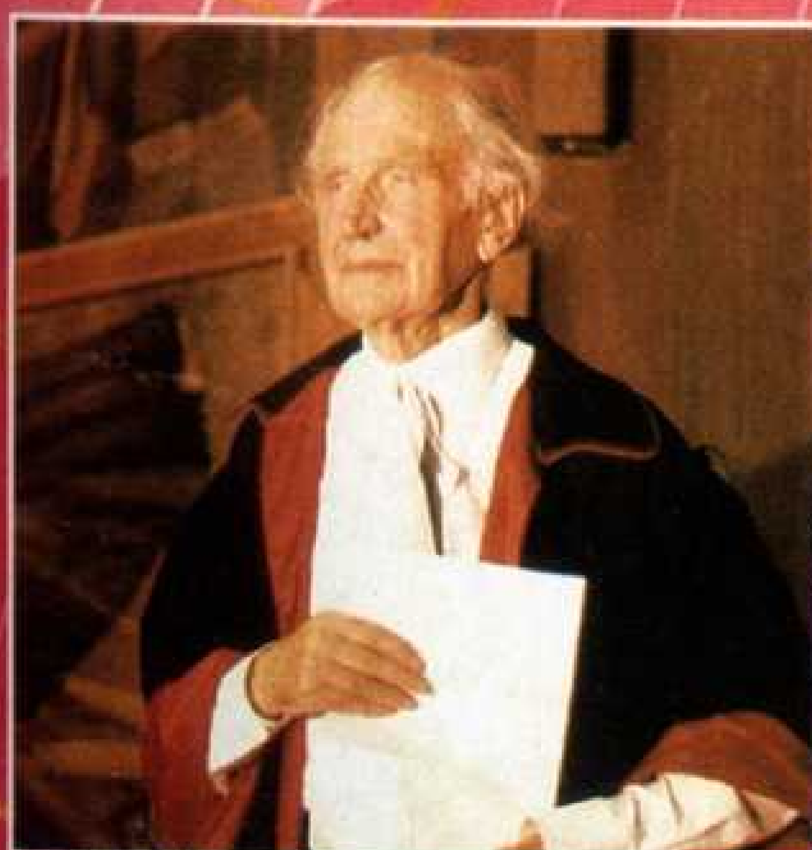
Los datos

Rendimentos récord

• **Investigadores** de todo el mundo trabajan para mejorar el rendimiento de las células solares y su viabilidad económica. Éstos son los progresos realizados en cuanto al rendimiento de este tipo de energía en los ultimos 20 años

	Años 70 y 80	1997
Silicio amorfo	6% (1989)	10,6%
Silicio policristalino	6% (1970)	15%
Silicio monocristalino	6% (1980)	20,5%
Arseniuro de galio (aplicaciones espaciales)	==	23%
Telururo de cadmio (aplicaciones espaciales)	==	24%
Silicio monocristalino (aplicaciones espaciales)	==	25%

Corriente eléctrica



UN MATERIAL DE NOBEL
El físico británico Sir Nevill Mott (1905-1996) estudió las posibilidades del silicio amorfo, lo que le valió el premio Nobel en 1977.

Un girasol de espejos

El Sol genera calor. Un hecho indiscutible que todo niño ha tratado alguna vez de comprobar por sí mismo intentando prender un trozo de papel mediante la concentración de rayos solares en la lente de una lupa. Ese mismo principio, pero aplicado a gran escala, es el que permite recoger y aprovechar la energía térmica procedente del astro rey. Uno de sus mejores ejemplos es la Plataforma Solar de Almería, situada en el desierto de Tabernas. Se trata de una de las instalaciones más vanguardistas del mundo en la que actualmente se llevan a cabo 25 proyectos relacionados con aplicaciones de la energía solar, la mayoría dirigidos a la producción de electricidad. «El proyecto más importante en cuanto a dotación económica es el DISS, que está financiado por la Unión Europea y en el que participan Israel, España y Alemania. Lo que se pretende es desarrollar una nueva generación de plantas solares cilindro-parabólicas que reducen el coste de producción en un 30% con respecto a las instalaciones en funcionamiento», explica Manuel Blanco, director de la Plataforma Solar de Almería. «También participamos en el proyecto THESEUS para construir una planta comercial en la isla de Creta, y en otro de química solar, por poner sólo algunos ejemplos». Las posibilidades de la Plataforma Solar de Almería van, sin embargo, más allá de la investigación y producción de energía eléctrica. La Agencia Europea del Espacio (ESA) la ha declarado laboratorio oficial de ensayos para experimentar la resistencia de los materiales. Este es el caso de los transbordadores: cuando hacen la maniobra de reentrada en el planeta chocan con la atmósfera, el rozamiento calienta el exterior del fuselaje a temperaturas elevadísimas y provoca el deterioro del revestimiento de la nave. De ahí que se estén buscando materiales espaciales que aguanten temperaturas de 1.400 grados o más. Y la Plataforma Solar española es el único lugar con las condiciones idóneas para tal experimento.

Espejo

UN CONCENTRADO DE ENERGÍA

Otra forma de transformar la energía solar en eléctrica es utilizando centrales térmicas de espejos, como la que viene representada junto a estas líneas. En este tipo de instalaciones, cientos de espejos planos (heliostatos) se encargan de reflejar y concentrar la luz solar, haciéndola converger hacia un colector térmico situado en lo alto de la torre que se erige en el centro de la instalación. Cada espejo rota siguiendo la trayectoria del Sol. La energía así concentrada calienta el agua, transformándola en vapor que se envía a las turbinas y activan un generador eléctrico. A la salida de la turbina, el vapor se enfría y vuelve a transformarse en agua que se envía de nuevo a la torre. Puesto que la central no puede funcionar de noche y cuando el cielo está cubierto de nubes, es necesario instalar un acumulador térmico que permita almacenar la energía térmica del vapor y estabilizar la cantidad de energía producida. Bajo estas líneas, la Planta Solar de Almería.



Tuberías para la evaporación del agua

Colector de la energía solar

Conducto del vapor

Conducto del agua fría

Generador

Turbina

Condensador

Acumulador térmico

Depósito de agua

El satélite 'atrapa-rayos'

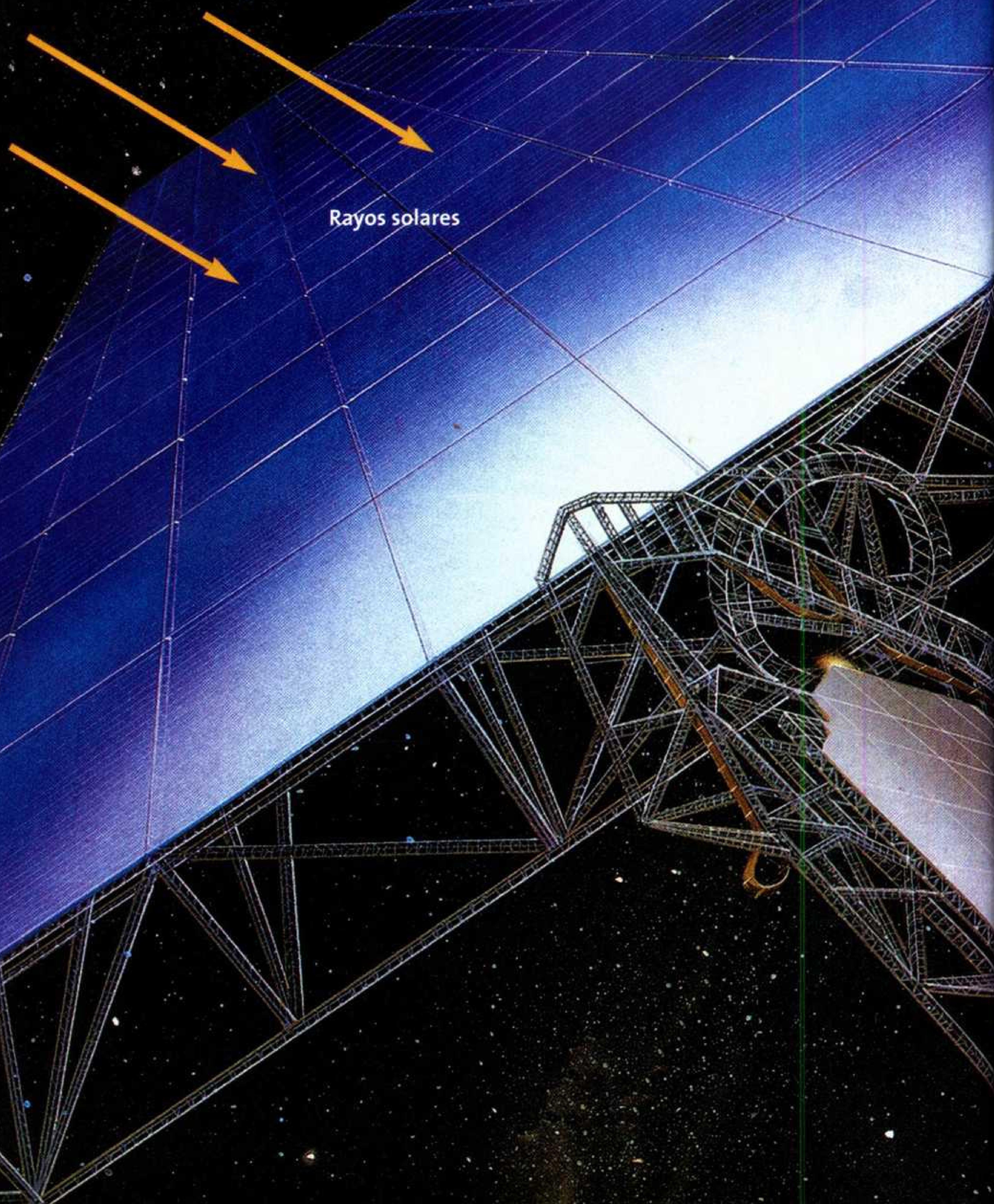
Aprovechar la energía solar, incluso cuando el cielo está cubierto de nubes es uno de los retos actuales. Como suele decirse en estos casos, en la causa está el remedio, o lo que es lo mismo, si se ponen en órbita grandes módulos de células fotovoltaicas, sincronizados con el movimiento de la Tierra, se recibirá directamente la luz del Sol sin el filtro de la atmósfera y las nubes.

En este principio se basa el Solar Power Satelite (Satélite de energía solar, o SPS), un proyecto formulado por primera vez en 1968 y desarrollado en los años sucesivos en Estados Unidos por la NASA y el Departamento de Energía, y en Japón por el ISAS, el Instituto de Investigación de Tecnologías Espaciales. Según este principio, la energía recogida se convertiría en microondas que se emitirían hacia antenas terrestres para su posterior conversión en energía eléctrica.

Queda por saber el impacto medioambiental que podrían tener las microondas en la transmisión de energía, un hecho que motivó, a principios de los años 90, la instalación de un campo de pruebas en el centro ISAS de Sagamihara (Japón). Teóricamente, las tecnologías para conseguir que funcione el SPS ya están disponibles, pero con los costes actuales, la energía producida resultaría demasiado onerosa.

Otros proyectos menos futuristas pretenden sacar provecho de toda la radiación solar, ya que se articula en distintas frecuencias y sólo algunas de ellas activan las células fotovoltaicas comúnmente utilizadas. Para aprovechar mejor estas frecuencias, se ha pensado superponer estratos muy finos de materiales sensibles a una frecuencia de la luz solar específica, pero que puedan ser traspasados por el resto de para no obstaculizar su paso. En realidad, los problemas tecnológicos que deben superarse para obtener los resultados esperados a un coste razonable son muchos. Se están experimentado modelos simplificados, compuestos de dos estratos (células dobles).

Otros investigadores, como los del Politécnico de Lausanna, se decantan por las *ventanas fotovoltaicas*, que se basan en un panel transparente que puede reemplazar al cristal de las ventanas sin modificar la estética de los edificios, y suministrar energía incluso a quien vive en los pisos intermedios. Este tipo de panel genera energía eléctrica gracias a dos películas transparentes de óxido de zinc y de bióxido de titanio recorridas en su interior por una solución electrolítica de yodo.





EL RIESGO: HACER DE LA TIERRA UN HORNO MICROONDAS

En la imagen, un posible escenario del futuro energético. En Estados Unidos y Japón se han proyectado satélites artificiales formados básicamente por enormes paneles solares capaces de producir electricidad para su posterior envío a la Tierra en forma de microondas. El que viene representado junto a estas líneas es un proyecto de la NASA, el satélite SPS que, desde una órbita geoestacionaria situada a 36.000 km. de altura, podría producir entre cinco y 10 millones de kilovatios de energía eléctrica, aprovechando el hecho de que, más allá de la atmósfera terrestre, la irradiación del Sol es mucho más elevada. Sin embargo, una solución de este tipo plantea graves problemas medioambientales, como el impacto que podrían tener sobre el ecosistema terrestre las microondas de alta energía que enviara el satélite.

Un océano de electricidad

Desde la época medieval, el hombre ha soñado con utilizar la fuerza de los mares para producir energía. En los años 60 se construyó en Francia, junto a la desembocadura del río Ródano, la primera central de 240 MW que aprovechaba la corriente de las mareas. En 1979, se levantó en las Islas Hawai la primera central para la conversión de la energía térmica de los océanos, que utiliza una tecnología llamada OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion, o Conversión de Energía Térmica Oceánica) que genera energía al aprovechar los gradientes térmicos, la diferencia de temperatura entre los estratos oceánicos. La energía solar que absorbe el mar calienta la superficie, creando una diferencia de temperatura entre las aguas superficiales, que pueden alcanzar los 25 grados, y las situadas por ejemplo a 600 metros de profundidad, que no superan los 6 grados.


Las aguas superficiales, más calientes, evaporan sustancias como el amoníaco y el flúor. Estos vapores, que alcanzan fuertes presiones, ponen en movimiento una turbina que genera electricidad, pasan después a un condensador, y vuelven a su estado líquido por efecto del frío del agua del fondo. Una diferencia de 20º C es suficiente para producir una cantidad rentable.

También es posible aprovechar la energía cinética de las olas, utilizando directamente las corrientes marinas para hacer girar una turbina hidráulica. Este principio es el seguido en la instalación termohidráulica levantada en el estado indio de Kerala y que se activa por medio del movimiento ondular. Igual de sencillo es el principio que mueve el Kaimei, un dispositivo inventado por investigadores japoneses. Se trata de un flotador en forma de barco, de 80 metros de largo por 12 de ancho, que contiene una serie de cámaras de aire libre en contacto con el agua, pero cerradas por turbinas en la parte superior. Cuando la ola atraviesa este flotador, comprime el aire en las cámaras, activando así las turbinas.

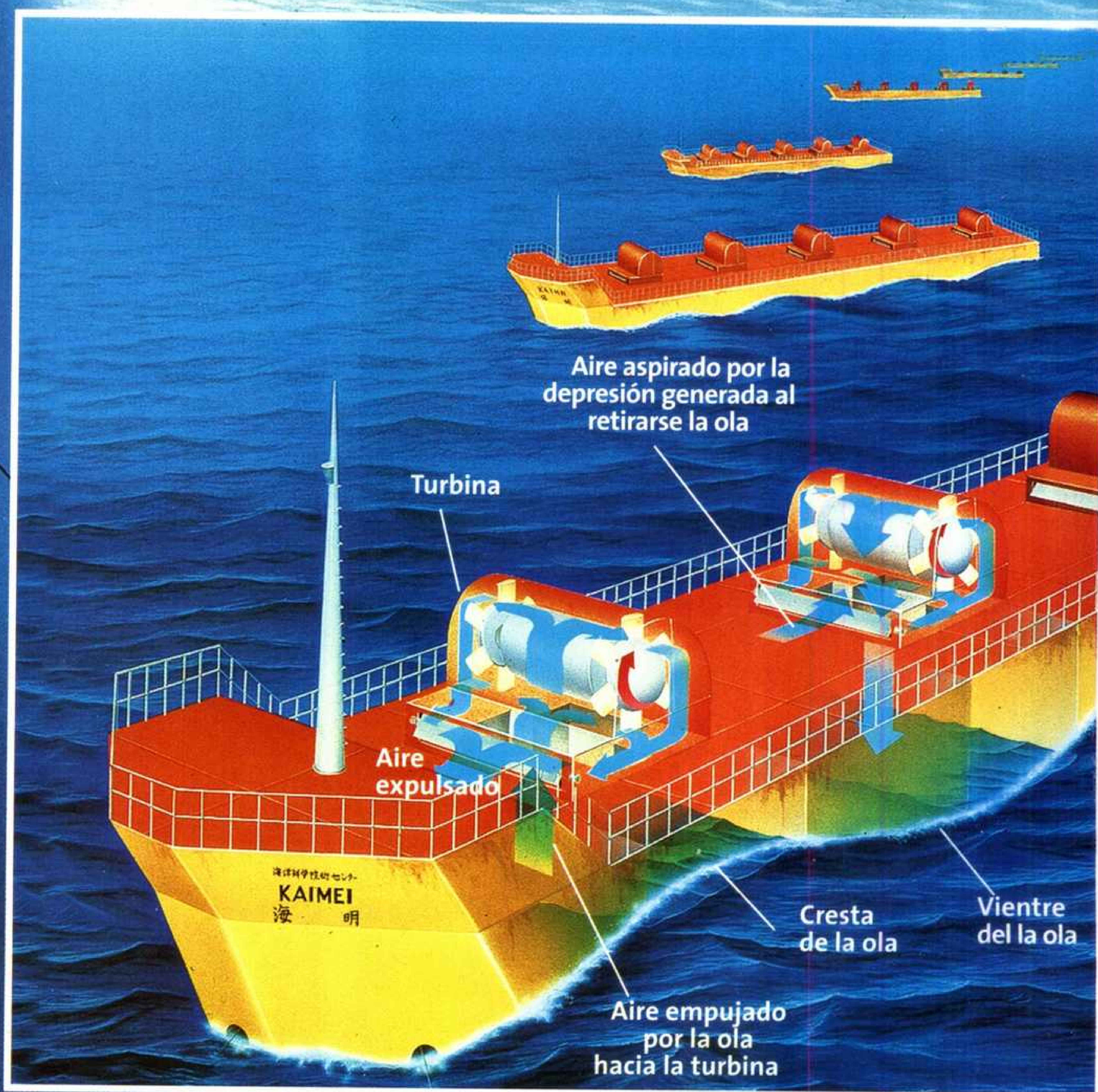
El continente europeo también ha querido sumarse a la búsqueda de una de las fuentes de energía más prometedoras, a pesar del estrepitoso fracaso que ha supuesto el primer generador de ondas Osprey, construido en el marco del programa Joule y que se hundió arrastrando consigo los cinco millones de euros y los cinco años de trabajo invertidos (recientemente, se ha sustituido por un modelo nuevo activado por una turbina eólica).

Un nuevo proyecto, denominado Weratlas trata de evaluar el potencial energético de la mayor parte de los litorales europeos. Se han podido identificar algunos lugares idóneos cerca de las Azores, donde se está construyendo un prototipo de generador, así como en Irlanda y Escocia.

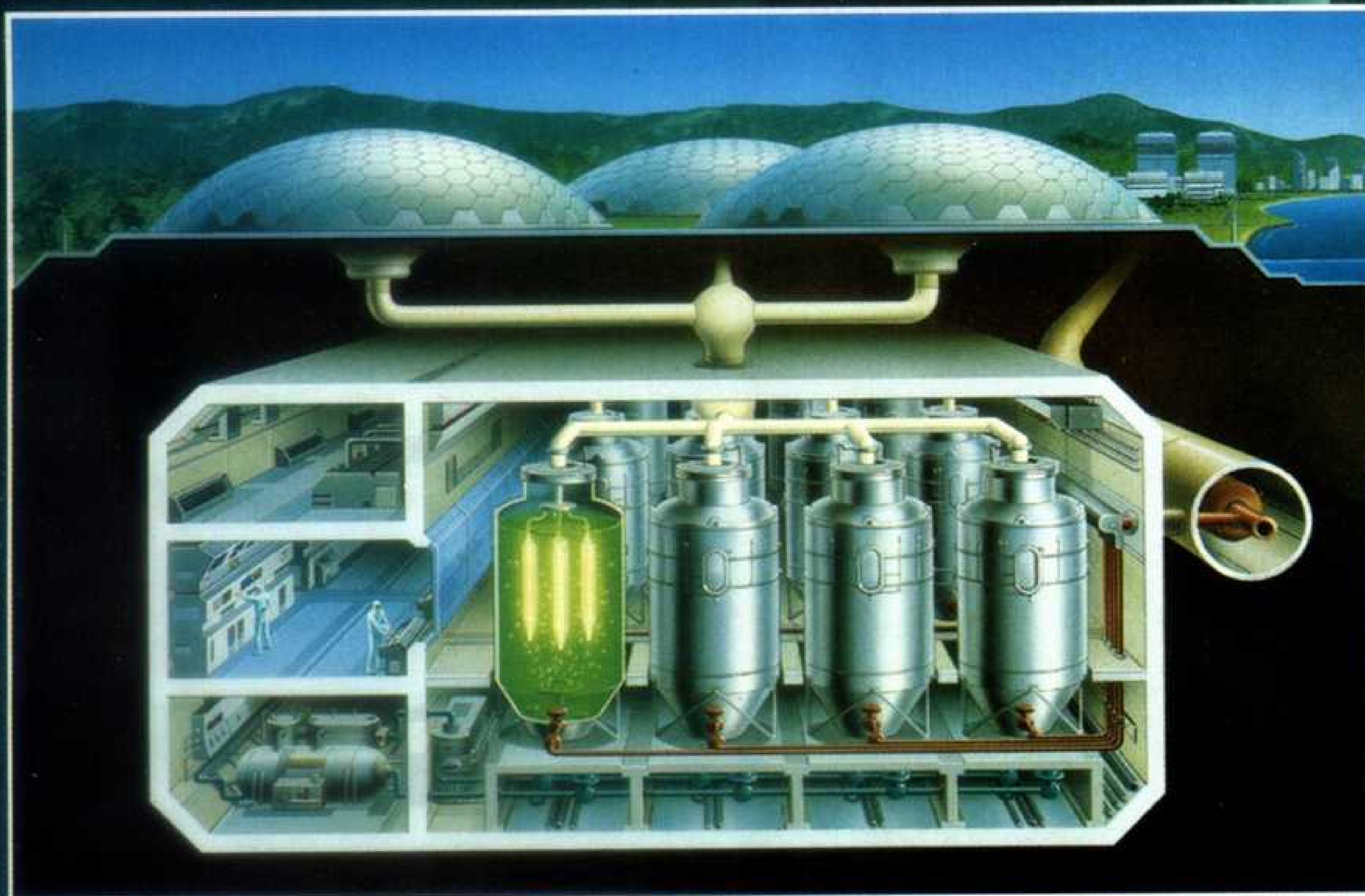
El potencial energético del mar puede aprovecharse de distintas formas



AGUA CORRIENTE FRÍA Y CALIENTE
El dibujo muestra una central térmica OTEC que aprovecha el principio de la diferencia térmica entre las aguas superficiales y las aguas profundas del océano. La energía térmica de las aguas superficiales del mar se utiliza para evaporar algunos fluidos como el amoníaco o el flúor, que tienen un punto de ebullición bajo. Los vapores obtenidos se utilizan para activar una turbina que genera electricidad. Estos vapores pasan de forma sucesiva a un condensador donde se enfrían por efecto del agua fría aspirada del fondo marino, volviendo a su estado líquido para empezar de nuevo el ciclo.



A LA CAZA DE LAS OLAS. En Japón se ha diseñado el prototipo de una central flotante que aprovecha las olas oceánicas. Mide 80 metros de largo por 12 de ancho, pesa casi 800 toneladas y contiene, en su parte inferior, cámaras de aire libre. Cuando la ola atraviesa el flotador, comprime el aire del interior de las cámaras, accionando una turbina que produce energía eléctrica. Por el contrario, cuando la ola se aleja, en la cámara de aire se produce una depresión: de esta forma, se aspira aire del exterior que, a su vez, activa la turbina.



UN RIESGO DEL QUE SE PUEDE SACAR PARTIDO
Bajo estas líneas, un proyecto para la producción de fitoplancton mediante el uso de dióxido de carbono. Este gas aumenta el grado de acidez del agua, un riesgo que puede utilizarse de forma positiva, ya que las aguas que superan el grado de acidez normal pueden emplearse para el cultivo de algas y fitoplancton, para su posterior utilización en la industria alimentaria. La instalación aquí representada tiene esta misma utilización y se alimenta, entre otras, de energía solar, permitiendo el desarrollo del fitoplancton por medio de la fotosíntesis.

De tóxico a beneficioso

La cantidad de dióxido de carbono (CO2) presente en la atmósfera ha aumentado en casi un tercio en los últimos 250 años y todo apunta a que seguirá haciéndolo, en parte debido a las consecuencias imprevisibles, pero sin duda alarmantes, que tiene sobre el clima y el ecosistema. Sin embargo, actualmente resulta impensable una reducción inmediata del uso de los combustibles fósiles responsables directos del aumento de CO_2 en la atmósfera. Por ello, se está barajando la posibilidad de almacenar bajo tierra y en el fondo marino el exceso de dióxido de carbono, así como darle un uso industrial, por ejemplo, para favorecer la extracción de petróleo.

Incluso el temido dióxido de carbono sería aliado de un planeta limpio

Los lugares en los que podría almacenarse el dióxido de carbono tienen que ser geológicamente estables y capaces de mantenerse así durante cientos de años (el dióxido de carbono es más pesado que el aire, por lo que si subiera de pronto a la superficie terrestre, resultaría nocivo para los seres vivos.) Los que parecen ajustarse mejor a estas condiciones son los yacimientos de petróleo y gas natural, así como las minas de carbón agotadas. Tan sólo en Estados Unidos, estos lugares podrían albergar hasta 2.900 millones de toneladas de dióxido de carbono (cuyas emisiones anuales en Estados Unidos no superan los 1.700 millones de toneladas). A largo plazo, una solución más segura serían las capas hídricas profundas o los fondos marinos. Un proyecto ideado por la compañía petrolera noruega Statoil para las instalaciones de extracción de gas natural situadas a lo largo de la costa noruega, prevé almacenar parte del dióxido de carbono presente en el gas extraído en una capa acuífera a 800 metros de profundidad del fondo marino. Un proyecto análogo se encuentra enestudio para las instalaciones de Natuna, situadas al norte de Borneo, y que gestionan conjuntamente la compañía petrolera de Indonesia y la estadounidense Exxon.

El dióxido de carbono puede conservarse también mediante su dispersión en los estratos más profundos del océano, después de haberlo reducido al estado líquido (en estas condiciones es de hecho más pesado que el agua, y adquiere una consistencia muy parecida a la de un sorbete) o transformado en hielo seco. Un proyecto de este tipo podría estar operativo en un plazo de dos años cerca de las costas de Hawai. Los estudios realizados hasta ahora parecen confirmar que el dióxido de carbono almacenado en los océanos (que contienen una cantidad de dióxido de carbono 60 veces mayor que la existente en la atmósfera) no provoca desequilibrios peligrosos, al combinarse con el fango rico en carbono de calcio y hacerse inocuo.

EL GAS HECHO 'SORBETE'
La emisión de dióxido de carbono en la atmósfera es uno de los problemas medioambientales más acuciantes y uno de los factores que favorecen el efecto invernadero. Tan sólo en Europa, se emiten cada año a la atmósfera 3.500 millones de toneladas de este gas. En todo el mundo, se han puesto en marcha distintos proyectos para almacenar parte del dióxido de carbono en 'depósitos' submarinos. En condiciones de alta presión y baja temperatura, el dióxido de carbono es más pesado que el agua marina, por lo que podría dirigirse hacia el fondo donde se compactaría en una masa que tendría la misma consistencia que un sorbete. El dibujo muestra precisamente el almacenamiento de dióxido de carbono en el fondo marino, donde este gas se combina con el carbono de calcio de las rocas del fondo marino y con el agua. De la reacción de todos ellos se obtiene bicarbonato de calcio, que es un elemento inocuo.



Un agujero que tapar

Reducir la contaminación no bastaría para eliminar el llamado agujero de la capa de ozono, es decir, la reducción en la capa estratosférica de la molécula de ozono compuesta de tres átomos de oxígeno y capaz de interceptar las radiaciones ultravioletas que provocan tumores cutáneos y desequilibrios en el ecosistema. Según muchos expertos, incluso si fueran respetados por todos los países del mundo todos los protocolos internacionales que limitan la emisión de sustancias contaminantes, algo poco probable, los daños que ya se han causado en la capa de ozono que rodea el planeta serían irremediables, al menos durante muchos años. Precisamente esto es lo que ha llevado a unos científicos japoneses a desarrollar ideas que podrían calificarse de fantasía científica para tapar el agujero de la capa de ozono. Algunos investigadores, por ejemplo, han propuesto utilizar dos pares de aviones arrastrados por la corriente a chorro conocida como 'jet stream' que se manifiesta en cuotas cercanas a los 15 kilómetros. Estos aviones estarían dotados con generadores que se accionarían por el movimiento mismo del avión y producirían un flujo de corriente eléctrica en el hueco que los une. En determinadas condiciones, la corriente eléctrica generaría descargas en la atmósfera, favoreciendo así la formación de ozono.

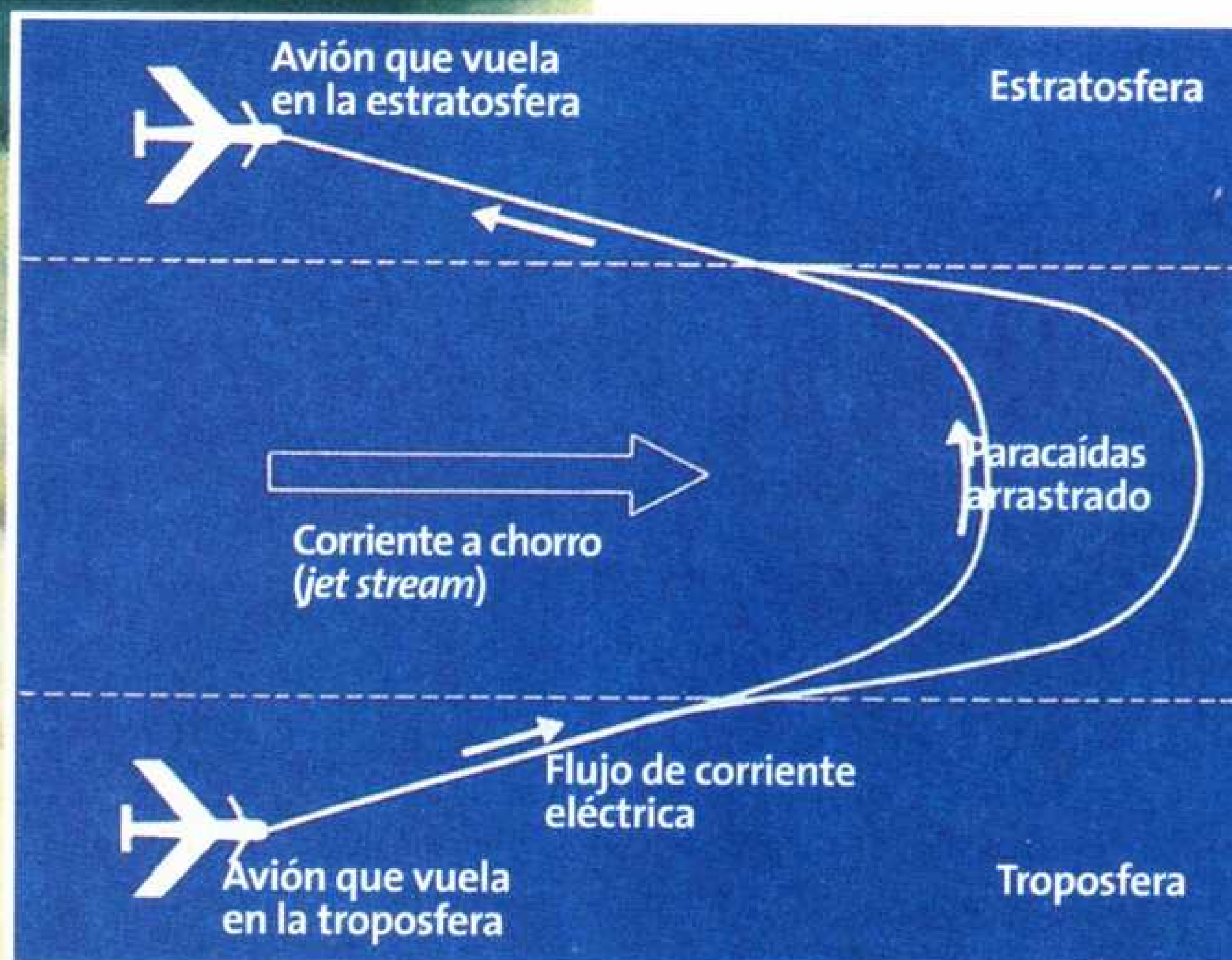
Igual de imaginativo es el proyecto de un equipo de científicos rusos del Interozone Aviation and space Consortium de Moscú, que ha sugerido poner en órbita satélites alimentados con energía nuclear y solar, y dotados con un láser con el que bombardear la atmósfera a una altitud de entre 25 y 30 kilómetros, estimulando así la producción de ozono.

También hay quien ha pensado en bombear hasta la atmósfera el ozono que se forma en cuotas bajas en las ciudades, como resultado de la contaminación urbana y, que en lugar de protegernos, provoca irritaciones y trastornos respiratorios. Así se matarían dos pájaros de un tiro. Todos ellos son proyectos teóricamente realizables, pero por ahora bastante ilusorios debido a su elevado coste.

Limitar los daños no es suficiente: hay que ser más ambiciosos

LOS PARACAÍDAS SALVA-OZONO

La formación de ozono en la atmósfera puede derivarse del oxígeno por acción de una corriente eléctrica. Partiendo de este supuesto, un sistema para producir ozono podría ser el siguiente: entre la troposfera (que se extiende desde la superficie terrestre hasta casi 15 kilómetros de altitud) y la estratosfera (que se extiende a partir de los 15 kilómetros de cuota) sopla una corriente a chorro constante, denominada *jet stream*. Esta corriente sopla de oeste a este a una velocidad de casi 60 metros por segundo y podría, por ejemplo, empujar un enorme paracaídas que, a su vez, podría arrastrar dos pares de aviones. Los aviones llevarían en la cola un hélice que se activaría por el movimiento mismo del vehículo y que accionaría un generador eólico para producir electricidad. De esta forma, se crearía un flujo de corriente eléctrica de alta tensión en los huecos de cada pareja de aviones, cada uno de los cuales se convertiría en el polo de un campo magnético. En estas condiciones, y como consecuencia del llamado 'efecto corona', quedarían atrapadas en torno al hueco descargas eléctricas que provocarían la formación de ozono.



El poder de la biomasa

Las plantas pueden salvar al planeta. Extender las superficies forestales, mediante la reforestación de las zonas desérticas y semidesérticas, y recuperar los terrenos agrícolas abandonados, permitiría mejorar la calidad del aire pero, sobre todo, producir energía limpia.

Entre las fuentes energéticas renovables, la que mejores resultados ha dado hasta ahora ha sido la procedente de la biomasa, un término que engloba los distintos materiales no fósiles y de origen biológico que se utilizan con fines energéticos: leña, residuos agrícolas y forestales, desechos de la industria agroalimentaria, deyecciones y camas del ganado, residuos urbanos y especies vegetales expresamente cultivadas. Se estima que una cuarta parte de la cantidad total de estos residuos permitiría cubrir el 7% de la demanda energética mundial, sin por ello aumentar el efecto invernadero.

Está comprobado que los combustibles vegetales liberan sólo la cantidad de carbono que han absorbido durante su formación y producen menos azufre y óxido de nitrógeno que los combustibles fósiles. La biomasa puede utilizarse para producir combustibles (bioetanol y biodiesel), o bien para alimentar las pequeñas instalaciones termoeléctricas. El biogás que genera la fermentación de los desechos orgánicos puede tener distintas aplicaciones domésticas e industriales, y permitiría eliminar los residuos de forma ecológica.

Agricultura, industria, ganadería: sus desechos son recursos

Aunque en algunos países europeos como Italia la biomasa sea una de las fuentes energéticas 'alternativas' más utilizadas (40% del total), sólo genera anualmente 6,83 millones de tep (toneladas equivalentes de petróleo), frente a un potencial de 27 millones, que podría incrementarse si se destinaran terrenos agrícolas no utilizados a la producción energética.

En Finlandia, la producción de biomasa, compuesta principalmente de subproductos derivados de la pasta de madera y papel, y sostenida por incentivos fiscales, cubre el 60% de las necesidades energéticas de las industrias del sector y más de la mitad de las utilizadas en las instalaciones de calefacción por radiación. Suiza y Austria también utilizan de forma considerable la biomasa, de la que obtienen el 16 y el 10% de la energía primaria.

En Gran Bretaña, la empresa hídrica Thames Water ha experimentado métodos de producción energética a partir de residuos domésticos, reutilizando sustancias biodegradables como la hierba, los rastrojos de la poda y las peladuras de frutas y verduras para producir una cantidad de gas metano capaz de alimentar un generador de energía eléctrica. El año pasado, se produjeron de esta forma 204 millones de kilovatios, suficientes para abastecer de luz una ciudad de 130.000 habitantes. 



LAS PLANTAS 'HACELOTODO'
La imagen representa un posible plan de reforestación del futuro. Para extraer el agua del subsuelo, se utiliza una bomba alimentada por energía solar. La reforestación puede tener dos efectos beneficiosos: no sólo permite aumentar 'el pulmón verde' de la Tierra, reduciendo la contaminación y la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, sino que además sirve para producir energía, obtenida por combustión de lo que se conoce como biomasa, compuesta de residuos agrícolas y forestales o de plantas cultivadas expresamente para este fin.

DIARIO DE HISTORIA DE LA CIENCIA DE *NEWTON*. Así es como los periódicos de la época habrían anunciado los descubrimientos de la ciencia y la tecnología. Estas noticias son históricamente ciertas.

París, 9 de mayo de 1794

UN NIÑO PRODIGIO

Antoine Laurent Lavoisier nació el 26 de agosto de 1743 en París. Niño prodigio en la escuela, apenas era un veinteañero cuando consiguió un premio de la Academia Francesa de las Ciencias por un proyecto sobre la iluminación de las calles de la capital francesa. Poco más tarde, en 1768, fue investido doctor 'honoris causa" por la misma Academia. En su testamento científico queda El Tratado Elemental de Química, que supone el nacimiento de la química moderna. Al margen de describir los fenómenos de la combustión y de la respiración, el texto ha establecido por primera vez una precisa nomenclatura de los elementos químicos, sobre la base de las sustancias que los componen, mientras que hasta entonces cada científico los llamaba de una manera. El libro de Lavoisier ha puesto orden en todos los descubrimientos habidos en este campo y sobre los cuales existía una enorme confusión.

Antoine Laurent Lavoisier fue ejecutado ayer

Guillotinado el padre de la química

El fundador de la química moderna ha caído víctima de la Revolución Francesa. Para el matemático Lagrange «ha bastado un instante para cortarle la cabeza y quizá no bastará con un siglo para sustituirla». Pero para los revolucionarios «la República no necesita científicos».

DESDE PARÍS

La hoja de la guillotina se ha abatido ayer sobre el cuello del creador de la química moderna, Antoine Laurent Lavoisier. Así, el 'Régimen del Terror' ha puesto fin a la extraordinaria obra de un personaje que representaba en su especialidad lo que fueron Galileo y Newton para la física.

El descubrimiento más importante de Lavoisier ha sido la determinación de la ley de la combustión, con la que estableció que todo lo que se añade a un cuerpo supone una pérdida en otro. Por vez primera, definió el concepto de 'fuerza extranatural' inexistente hasta entonces, una fuerza que ni se pierde ni se destruye y que la materia siempre se conserva. Con el enunciado de esta ley, la química se ha liberado para siempre del halo de brujería y fantasía que la había relegado durante siglos, ha cesado de ser un arte entre la alquimia y la magia y se ha convertido en una ciencia exacta.



Lavoisier en su laboratorio ayudado por su

Desgraciadamente para él, la formulación de esta ley obligaba a rechazar un trabajo presentado por su colega Jean Paul Marat. Éste, que se convertiría en uno de los más feroces revolucionarios, juró vengarse. En efecto, con la llegada de la Revolución las cosas comenzaron a ponerse muy feas para Lavoisier. Las circunstancias en su contra eran demasiadas: además de pertenecer a una de las familias más conocidas de la nobleza parisina y ser un alto funcionario de la monarquía, durante años fue agente de recaudación de impuestos para el rey. Los revolucionarios lo acusaron de ser una «sanguijuela del régimen monárquico». Lavoisier se ha defendido hasta el final, declarando: «Solamente soy un científico». «La República no necesita científicos», le han respondido. Al comentar la muerte de Lavoisier, el matemático italofrancés Lagrange ha dicho: «Ha bastado un instante para decapitarlo y quizá no baste un siglo para sustituirla».

El gran científico ha descrito el papel de los gases más importantes: oxígeno, nitrógeno e hidrógeno

La ley de la combustión, su mayor descubrimiento

El descubrimiento principal de Lavoisier, la combustión, ha sido posible gracias a la determinación del papel del oxígeno. El científico ha establecido, en efecto, que la combustión es una reacción química de oxidación, es decir, de unión del material que se quema con el oxígeno. El nombre de este gas, acuñado por el propio Lavoisier, significa, en efecto, generador de óxidos.



Lavoisier ha identificado además el nitrógeno, que ya había sido descubierto en 1772 pero cuyas pecualiaridades no se habían determinado. Por último, ha identificado el hidrógeno, cuyo nombre significa generador de agua. Lavoisier ha estudiado también los procesos vitales, enunciando que desde el punto de vista químico la vida no es sino una continua reacción de oxidación.

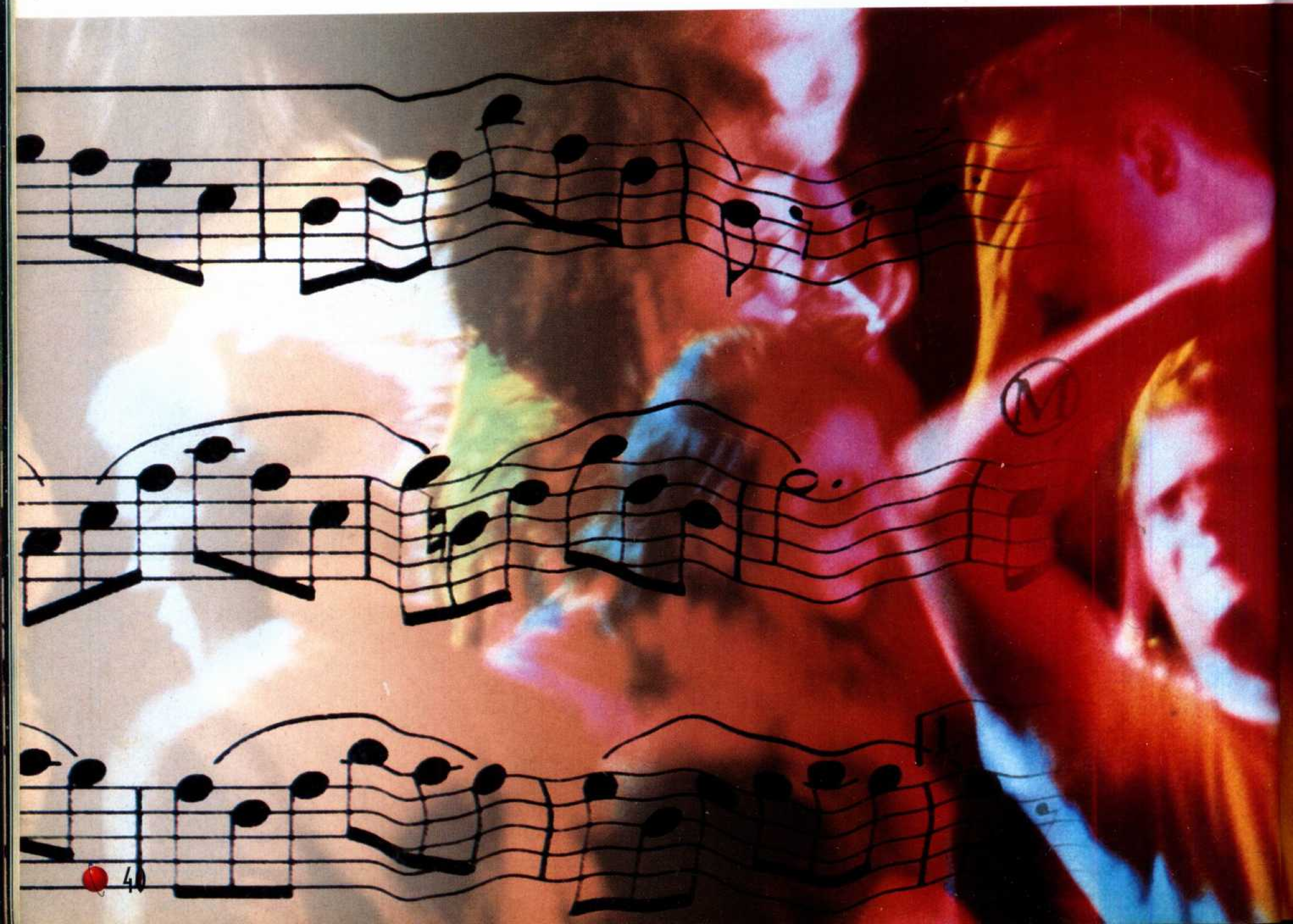
Impulso científico

La fundación de la química moderna por Lavoisier culminará en pocos años en la gran revolución de 1800. Científicos como Gay-Lussac, Avogadro y Carnot formularán las leyes básicas de esta disciplina, que recogen el comportamiento de los gases, la determinación de los pesos moleculares y los principios de la termodinámica.

Una cuestión de ritmo

El mundo de la publicidad y muchos centros comerciales utilizan la música para aumentar la eficacia de los mensajes y predisponer a la compra. Pero también la Medicina y la Psicología se interesan por ella y han comenzado a utilizar su potencial terapéutico. Sus efectos favorecen la rehabilitación de los minusválidos, ayudan a mejorar el aprendizaje, a curar el dolor de cabeza, a prepararse para el parto y a superar algunas dificultades psíquicas

POR GEMA SÁNCHEZ NAVAS Y FRANCESCA CAPELLI



Escena número uno. Una discoteca junto al mar, en una noche de verano. La música está a todo volumen y usted, que no está de muy buen humor, siente inopinadamente el deseo incontenible de bailar. Cierra los ojos, levanta el cuello y mueve piernas y brazos. Se deja transportar por el ritmo, olvidándose de todo lo demás.

Escena número dos. Un enorme supermercado. Usted entra por la entrada principal y se confunde con los numerosos clientes que empujan sus carritos de la compra, indiferentes a la música de fondo. Después, vuelve a casa y se da cuenta de que ha comprado mucho más de lo necesario: provisión de galletas y chucherías para un ejército, surtido de yogures de los más diversos sabores, comida para el perro en cantidad suficiente para toda una jauría de pastores alemanes, cuando usted sólo tiene un chiguagua. Seguramente le echará la culpa a su falta de organización, al hecho de que es un derrochador o a las atractivas ofertas especiales que le iban persiguiendo desde las estanterías.

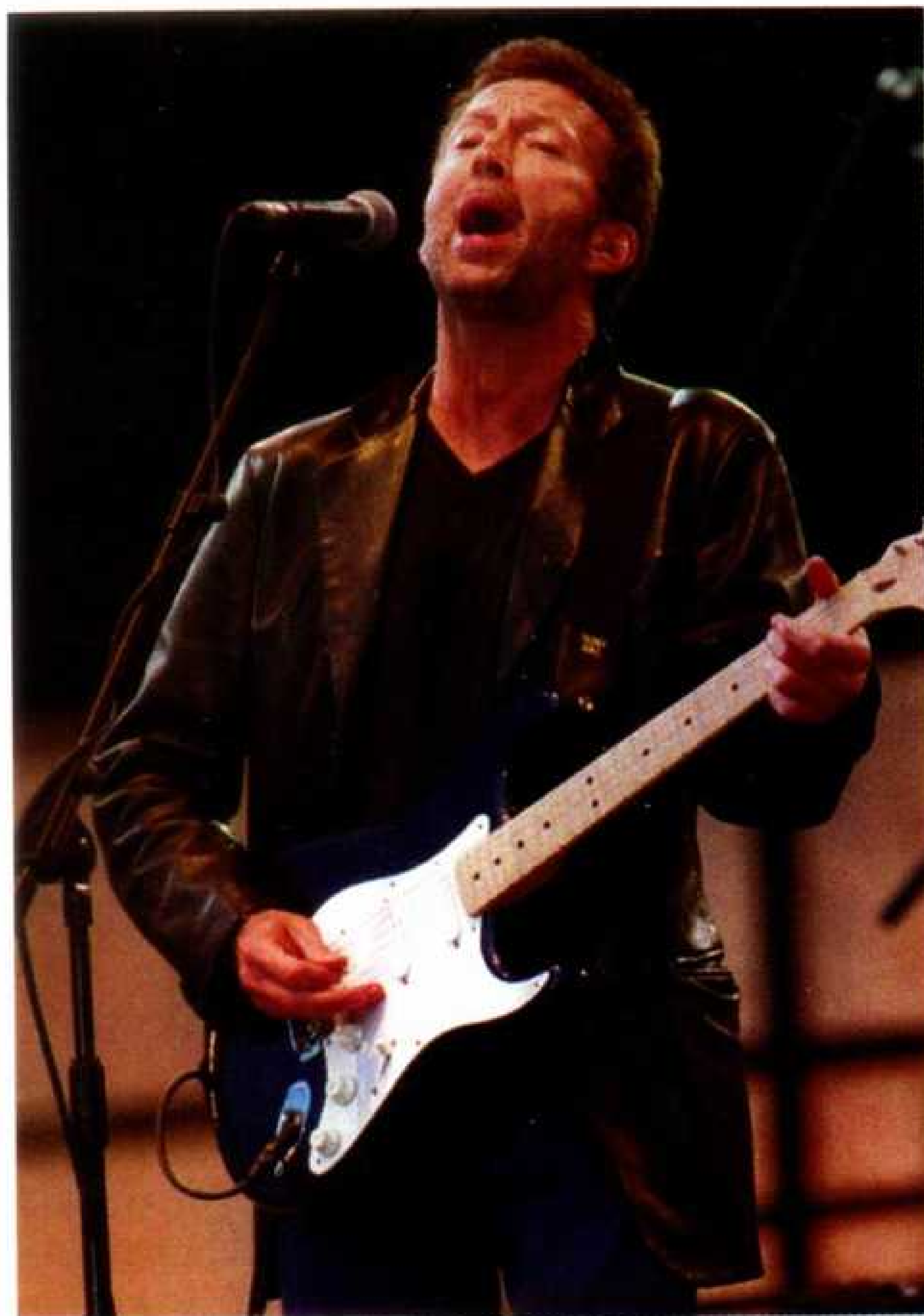


A MÁS MÚSICA, MÁS COMPRA. La música de los supermercados crea un ambiente tranquilizador que desinhibe y predispone para comprar. Su ritmo, a menudo parecido al del corazón, está estudiado para sugerir la velocidad ideal a la que debe hacerse la compra.

Pero en ambas situaciones, su comportamiento ha estado influido por la música. En el caso de la discoteca, provocó un puro reflejo biológico. En el del supermercado, puso en marcha un mecanismo psicológico inconsciente. El impulso para bailar cuando se oye una

continúa en pág. 42 →

música con mucho ritmo se debe a un condicionamiento cultural que se remonta a antiguos ritos tribales o a un factor puramente mecánico. La clave del misterio se encuentra en el oído interno, donde se encuentra la sede del órgano del oído y del equilibrio: el sáculo vestibular. Este último no es sordo, como se pensaba hasta hace poco tiempo, sino que puede ser estimulado por sonidos muy fuertes, superiores a 70 decibelios (en las discotecas se alcanzan fácilmente los 110 decibelios). En ese caso, el cuerpo recibe la misma sensación que cuando está caminando y acciona un reflejo condicionado que induce a los músculos a moverse para



CÓMO ESCUCHA EL CEREBRO
Los músicos (a la izquierda, Eric Clapton) elaboran los estímulos musicales con el hemisferio cerebral dominante, el izquierdo en la mayoría de las personas, que funciona de una forma lógica y analítica. El que no sabe de música tiende a utilizar el hemisferio derecho, sede de la capacidad de síntesis y de la intuición.

mantenerse en equilibrio. También la responsabilidad de sus compras superfluas se la debe, al menos en parte, a la música. En este caso concreto a una música envolvente, una especie de música de fondo aparentemente desdeñable, pero que a usted le ha evocado el ambiente prenatal, con un efecto tranquilizador y deshinhibidor que le ha impulsado a comprar. Además, es el ritmo de la música el que ha establecido la velocidad de su recorrido por el centro comercial. Un ritmo no demasiado rápido, para no desaprovechar posibles ocasiones de comprar, pero tampoco excesivamente lento, para no perder el impulso. ¿El ideal? Alrededor de 70 pulsaciones

Antes de nacer escuchamos sonidos que nunca se olvidan

• **El principio era el sueño.** El oído es el primer sentido que se forma en el feto. En el embrión hay un esbozo de oreja desde los momentos iniciales de la organización celular. Ya desde el cuarto mes de gestación, el órgano de Corti (una parte de la oreja interna donde se encuentran los sensores de los sonidos) alcanza su pleno desarrollo. Pero sólo más tarde, hacia el séptimo mes, el feto reacciona de una forma sistemática a los estímulos sonoros, incluidos todos aquellos procedentes del exterior.
¿De qué está compuesto el baño de sonidos en los que estamos inmersos antes de nacer? Los estímulos llegan muy amortiguados al feto, pues de lo contrario enloquecería con el bombardeo continuo de los latidos cardíacos, de las ingestiones, de los gorgoteos y demás sonidos producidos por el organismo de la madre. Además, el bebé ya es capaz de percibir y reconocer la voz de su madre, pero también otros sonidos exteriores, como demuestra un experimento realizado con un grupo de mujeres que se encontraban en el séptimo mes de gestación, a las que se les hizo escuchar periódicamente una pieza musical de la ópera Pierino y el lobo de Prokofiev.
Los fetos aumentaban el movimiento y el latido cardíaco cuando escuchaban la música y cuando volvieron a oír el trozo de la ópera pocos meses después de





EN EL ÚTERO SIENTE LA VOZ MATERNA
El oído interno se completa al cuarto mes de gestación y, a partir del séptimo mes, el feto consigue oír sonidos como la voz de su madre. Arriba, un feto de cinco meses, y a la derecha, uno de tres.



LA TERAPIA DE LAS NOTAS
La música clásica se utiliza para curar la cefalea musculotensiva, el tipo de dolor de cabeza más extendido (el 60% de los casos), relacionado con el estrés y con la ansiedad.

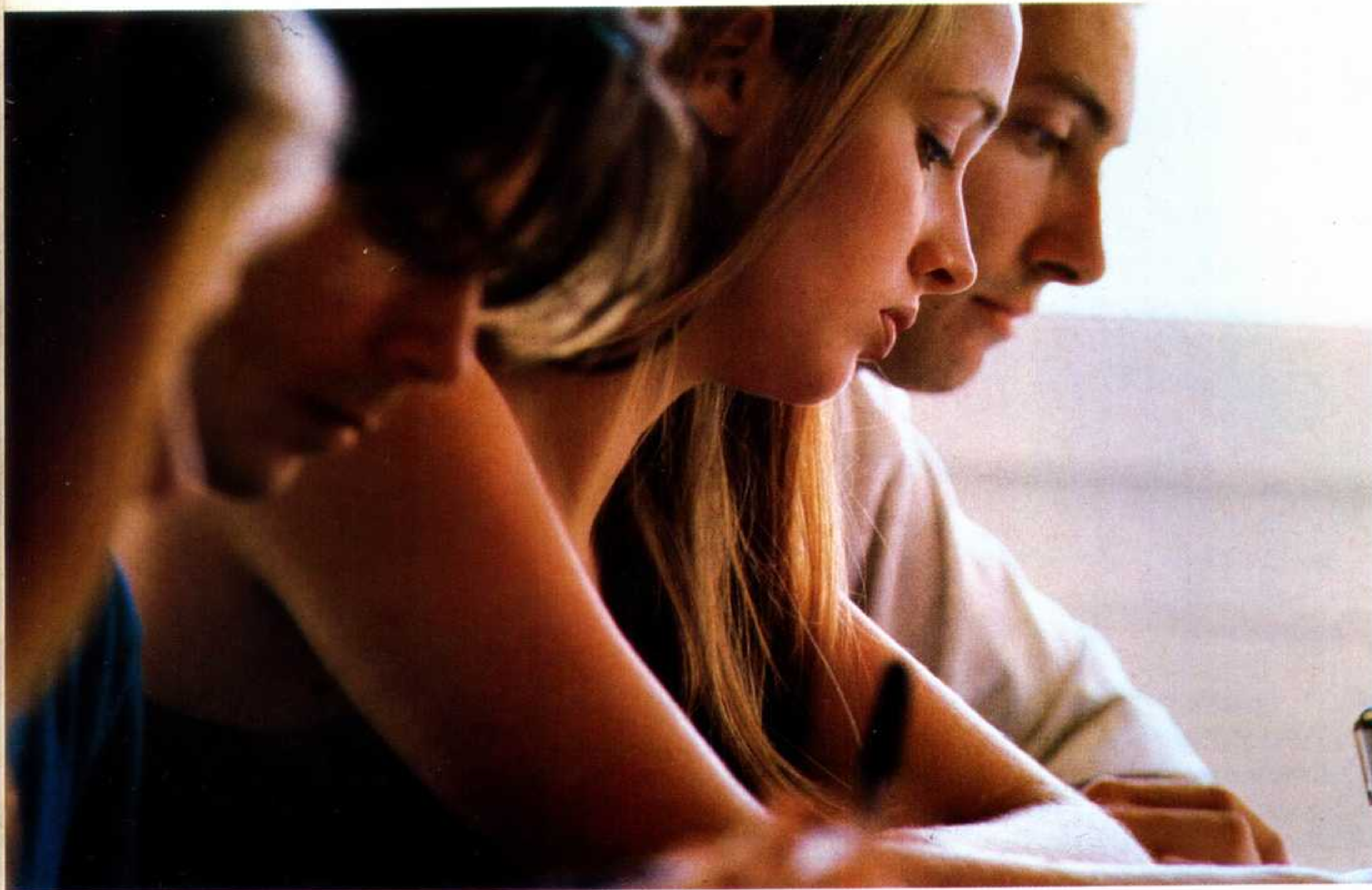
su nacimiento, reaccionaron dejando de llorar.
Esas mismas notas de Prokofiev, escuchadas 15 años después, provocaron una inmediata relajación en aquellos niños, convertidos ya en unos adolescentes.
No en vano el célebre pianista Arthur Rubinstein afirmaba que su pasión por la música había comenzado mucho antes de nacer.
Por su parte, Boris Brott, director de la Orquesta Filarmónica de Hamilton, en Ontario (Canadá), era capaz de ejecutar sin partitura pasajes musicales desconocidos para él porque, durante el embarazo, se los había oído tocar asiduamente a su madre, que era una reputada violinista.

al minuto, que se corresponden con el ritmo cardíaco.
Estos dos episodios demuestran que la música -y los sonidos en general- pueden influir en nuestro comportamiento. Y prueban, al mismo tiempo, que *escuchamos* con todo el cuerpo y no sólo con los oídos. Todo el organismo se siente afectado por las ondas sonoras, por lo que se utiliza en las terapias de reeducación de los sordos o de los minusválidos motrices. En estos casos, la música dinamiza y llega a crear fuerza, provocando energía física.
También es cierto que, a nivel del sistema nervioso periférico, el órgano más involucrado es el oído. Los receptores nerviosos del sonido se encuentran, de hecho, en el oído interno y, más en concreto, en el órgano de Corti, del cual parten las vías acústicas que terminan en los lóbulos temporales del cerebro. Los sonidos percibidos por el oído derecho son enviados principalmente al hemisferio izquierdo, y viceversa. Gracias a técnicas de investigación cada vez más precisas, hoy sabemos que la capacidad de percibir la tonalidad y el ritmo de un sonido reside en el hemisferio dominante, que es el izquierdo en la mayoría de la gente. Mientras la melodía (la sucesión de sonidos) y el timbre (lo que permite distinguir dos sonidos de igual altura e intensidad) son elaborados por el hemisferio menor, el derecho. Por último, la armonía (la concordancia de las voces) involucra a ambas áreas del cerebro.

La musicoterapia es carrera universitaria en 72 centros de EEUU

Se ha demostrado que los músicos escuchan una composición de una forma analítica. Es decir, la elaboran con el hemisferio izquierdo, vinculado con el lenguaje y con la capacidad lógico-deductiva. En cambio, el que no está dotado en este campo tiende a utilizar el hemisferio derecho, sede de la imaginación, de la habilidad de síntesis y de la creatividad. Un dato confirmado por un estudio de un grupo de neuropsiquiatras de Münster, en Alemania, según el cual, los músicos presentan un planum temporal izquierdo (es decir, la zona de la corteza responsable de la elaboración *cultivada* por los estímulos sonoros) con un 25% más de tamaño que las demás personas.
Pero no hay que esquematizar demasiado, pues el cerebro opera de una forma holística, es decir, como un sistema que es algo más que la simple suma de las partes que lo componen. Y la tendencia a localizar rígidamente las distintas funciones en determinadas áreas está hoy totalmente superada. Entre otras cosas, porque los efectos de la música sobre la mente van más allá de las dimensiones de una parte del cerebro o de la actividad más o menos marcada de un grupo de neuronas.
La música es, respecto a las demás artes, comunicación global, al ser al mismo tiempo espontaneidad y lenguaje estructurado, gesto y voz, apertura a la realidad e introspección. Permite unir las percepciones internas, las llamadas cenestesias, con las percepciones externas, recogidas a través de los sentidos, haciendo confluir las unas y las otras. Todo esto lo elabora la mente, ya sea a nivel consciente o inconsciente, y se traduce después en palabras y gestos. Ningún otro tipo de manifestación

continúa en pág.44 →



MÁS INTELIGENTES GRACIAS A MOZART Experimentos realizados con estudiantes demuestran que la música de los grandes compositores austriacos eleva el cociente intelectual unos ocho puntos y permite resolver con mayor facilidad operaciones y problemas matemáticos.

artística logra esta síntesis. Para Serafina Poch, presidenta de la Asociación Española de Musicoterapia, la música es «el lenguaje de la afectividad. Hay sentimientos que somos incapaces de expresar con palabras, pero que son sugeridos por una melodía. La música en sí no dice nada, y es cada persona la que ve sus sentimientos reflejados en ella». Y si musiquillas insignificantes, como las que se escuchan en el supermercado, pueden inducir a las personas a comprar, hay que preguntarse cuál es el potencial (y como utilizarlo) de una fuga de Bach, una romanza de Puccini, un nocturno de Chopin o una sinfonía de Beethoven.

Para *curar con música* nació una disciplina autónoma llamada musicoterapia. Se utiliza con los pacientes psiquiátricos, con los minusválidos, con los ancianos afectados de Alzheimer, con los niños sordomudos o afectados por el síndrome de Down, pero también en caso de problemas leves, como los tics infantiles o la eneuresis nocturna.

Cuando se aplica en la consulta de un psicoterapeuta, el paciente se pone cómodo y concentra su atención en una zona del cuerpo que él mismo elige, situada entre el abdomen y el tórax. Paradójicamente, la persona debe intentar no oír la música y seguir concentrándose sobre el cuerpo. Así, las notas estimularán el subconsciente, que se manifestará a través de sueños e imágenes.

En este sentido, Chopin facilita la introspección; Schubert, la dimensión social de la personalidad; y la música átona y rebelde de Schönberg o Stravinski se dirige a las partes más instintivas de la personalidad. Pero incluso un trozo de jazz puede tener un gran valor simbólico al representar la liberación de los negros americanos.

La pieza musical se transforma en una auténtica provocación, que hace surgir los problemas, sepultados por la mente racional y ocultos en los pliegues del subconsciente.

Además, la escucha de determinadas melodías produce una sensación de bienestar, ayuda a relajarse y, en general, mejora el tono vital. En los años 50, en Estados Unidos, se comenzaron a estudiar sus efectos sobre los sol-

continúa en pág. 46 →

En el restaurante de comida rápida

La música de fondo incita a comer más deprisa

• **El hilo musical** en los restaurantes tiene un significado muy claro. No es sólo una pequeña atención por parte de los dueños, sino que fija el ritmo ideal al que se debe comer. Un experimento realizado en un *self service* de Dallas demostró que, con una música de fondo rápida, las familias terminan de comer 11 minutos antes. Una información útil para los propietarios de los *fast-food*, que necesitan que sus mesas estén ocupadas el menor tiempo posible. Sólo los restaurantes caros se permiten el lujo de hacer sonar una sonata de Brahms o el adagio de Albinoni. Pero sin exagerar. Un ritmo mayor de las 100 pulsaciones al minuto, podría irritar a los comensales.



dados que regresaban de la II Guerra Mundial. Ahora la Medicina es consciente del amplio abanico de posibilidades de la terapia del sonido. En Norteamérica, la musicoterapia es una carrera universitaria que se imparte en 72 centros, y que cuenta con más de 5.000 profesionales ejerciendo.

Y es que «la terapia del sonido funciona bien donde hay un buen profesional. Se trata de una aproximación al enfermo y consigue establecer una buena relación terapéutica. Pero no basta con ponerle música de fondo al paciente. Para que la ayuda sea efectiva, la tiene que poner un experto», añade la doctora Poch.

En España, los profesionales en esta disciplina no empezaron a formarse hasta que en 1992 la doctora Poch dirigió el primer curso de posgrado en la Universidad de Barcelona. Para noviembre de este año, está previsto el comienzo de otro curso en la Universidad de Valladolid, pensado para profesionales en salud mental, educación especial, geriatría, centros educativos, drogodependencia y una lista de disciplinas cada vez mayor.

Una pieza clásica puede ayudar a los enfermos de asma

Una investigación de la Universidad de California en Irvine demostró que la música de Mozart, especialmente la de la sonata en re mayor K488, hace aumentar temporalmente el cociente intelectual en ocho puntos y facilita la solución de cualquier problema matemático a cualquier persona. «Aprender música en edades tempranas es una manera de ensanchar el coeficiente intelectual, pues ayuda a dinamizar la inteligencia. Pero en España la educación musical ha sido casi nula desde mediados de siglo», advierte Serafina Poch.

Muchos hospitales estadounidenses prevén la utilización de un fondo sonoro musical durante las operaciones, para mejorar la precisión y la velocidad de los cirujanos. Recientemente, además, se ha probado que su uso permite disminuir la aplicación de anestesias. Esto ya se practicaba en el siglo pasado, pues algunos odontólogos la utilizaban para evitar los efectos secundarios que provocaban las sustancias utilizadas para la anestesia, que entonces eran bastante perjudiciales.

La música de Mozart es la que mejor se presta para su utilización en el campo médico por el hecho de que su estructura regular y balanceada recuerda el ritmo cardíaco y respiratorio de las personas. Algunos ejemplos: favorece la relajación y es útil en la terapia del dolor, para aliviar los ataques de cefa-

continúa en pág. 48 →

La fuerza de la música en las tribus primitivas

• **La fusión de música** y Medicina no es un descubrimiento occidental, sino un elemento esencial en todos los ritos de curación de las poblaciones primitivas, desde África a Latinoamérica.

La música hecha con instrumentos de percusión hace prevalecer el ritmo sobre la melodía, sirve para liberar energías y ayuda a restablecer el equilibrio interno, básico en el proceso de curación.

El papel más importante lo juega el chamán, figura común a las tribus nómadas de Siberia y de África, a los pieles rojas y a los indios de Latinoamérica. Para el chamán, la dimensión de la Medicina coincide con la de la magia. Puede entrar en contacto con el espíritu que provoca las enfermedades, comprender las causas del sufrimiento y eliminarlas. Y su principal instrumento de trabajo es un tambor, que simboliza el latido del corazón, tanto del hombre como del universo.

La analogía entre el hombre-microcosmos y el hombre-macrocosmos es bastante recurrente. Según los Dogon, una tribu de Mali, tocar el tambor significa hacer caminar al Sol y asegurar la armonía de todo el ciclo vital.

En los ritos del vudú haitiano, la música tenía una función de revitalización y afianzamiento, muy importante si se tiene en cuenta la realidad dramática de los esclavos africanos deportados a la isla caribeña.

Para los orientales, especialmente para los budistas, la música tiene un efecto calmante y sirve para conducir a la persona a su centro ideal. Para ello, se usan los mantras, fórmulas sonoras que favorecen la relajación.





TAMBORES EN VEZ DE BISTURÍES **Arriba, un chamán y un grupo de la tribu Dogon de Mali. Para los pueblos primitivos, la música y la Medicina están estrechamente vinculadas.**

Y la Neurofisiología? Determinista!

lalgia musculotensiva, el tipo de dolor de cabeza más frecuente (por encima del 60% de los casos), estrechamente vinculado con la ansiedad y con el estrés; el concierto en si bemol mayor para violín y orquesta K207 del compositor austriaco es utilizado para reducir el dolor en el parto; una investigación realizada en el hospital de Nara, en Japón, demostró que la música clásica en general actúa sobre los asmáticos, duplicando la cantidad de aire inhalado; y los enfermos norteamericanos de Alzheimer han logrado que la terapia del sonido, que ayuda a frenar el avance de la enfermedad, esté ya subvencionada por el estado.

El sonido, escuchado o producido en primera persona, es utilizado para establecer una comunicación empática, no mediata de las palabras, con el paciente. Se trata de romper la sensación de aislamiento físico y afectivo, y ayudar al paciente a recuperar la fe en sus propias capacidades. El musicoterapeuta puede utilizar todos los instrumentos, desde el piano a la percusión, y todos los tipos de música. O, incluso, simples sonidos como el latido del corazón o el ruido del viento. Los procedimientos fundamentales son dos: el pasivo y el activo. En el primero predomina la escucha, para recuperar la capacidad perceptiva, reencontrar el *ritmo justo* y la energía vital. La musicoterapia activa se basa, a su vez, en la ejecución o improvisación musical, incluso en grupo, para estimular la creatividad, la expresividad y la socialización.

La doctora Poch, formada en Estados Unidos, basó su tesis doctoral en un trabajo con 59 niños autistas. Para ella, la música es la única posibilidad de establecer contacto con ellos y «sólo pueden progresar si son tratados por pocos terapeutas. A veces, llevarles a una terapia de comportamiento es lo peor que se puede hacer».

Lo que está claro es que cualquier intervención debe hacerse a la medida de cada individuo, porque cada uno es hijo de unas circunstancias y la musicoterapia no es una receta que sirva de igual forma para todos.

En este sentido, muestra sus límites el filón de la música *new age*, que reproduce los sonidos de la naturaleza, con un presunto efecto relajante. Un efecto que se verifica en algunas personas, pero que no surte efectos en otras. «La melodía que a uno le relaja a otro puede recordarle un drama personal», subraya la doctora.

En cualquier caso, el objetivo de la musicoterapia no es divertir, distraer o esconder los conflictos. Al contrario, sirve para descubrir los no resueltos y sepultados en el subconsciente. Para encontrar las notas equivocadas y corregirlas.

Los secretos de la publicidad

Sonidos e imágenes, aliados para vender

• Los publicitarios saben que la música es uno de sus mejores aliados a la hora de vender un producto. Cuando las campañas van dirigidas a un público objetivo joven, se puede llegar a romper el equilibrio ideal entre imagen y música, cobrando esta última mucha más importancia. Su fuerza llega incluso a superar el objetivo de vender ese producto para pasar a vender también millones de discos. «Las campañas de Pepsi y de cerveza Damm han lanzado este año las canciones del verano, con lo que se multiplica el impacto al oírse también en terrazas y discotecas», reconoce Juan Mariano Mancebo, director creativo ejecutivo de Publicis-



Casadevall. Con varios leones de Cannes (el Oscar de la publicidad) en el bolsillo, ha sido responsable de la campaña de Ducados Music y de aquella de Renfe que, con sólo efectos y música, comparaba, al ritmo de una saeta, una procesión de Semana Santa con una de coches, e invitaba a coger el tren. Admite que, a la hora de diseñar un anuncio, primero se suele concebir la idea, mientras, casi en paralelo, se piensa en el posible jingle que le acompañe. «En realidad pretendemos que la gente no se acuerde de la música, que ésta pase desapercibida. Sólo queremos que la gente compre el producto, no buscamos que el anuncio quede bonito», añade. Además, subraya que el elemento musical ha evolucionado mucho desde que comenzaron a emitirse los primeros anuncios en radio. «Antes una canción podía perdurar en el tiempo, pero ahora es muy difícil sobrevivir a un par de campañas. Las melodías son más efímeras».

LIBROS

Thayer Gaston
Tratado de musicoterapia
Editorial Paidós

Serafina Poch
Compendio de musicoterapia
Editorial Herder

MÁS DINOSAURIOS. A la vista del éxito de las dos primeras entregas, Spielberg (lo dicho, que no para) y el escritor Michael Crichton ya preparan la tercera parte de *Parque Jurásico*, cuyo estreno se prevé, en principio, para el verano del cabalístico año 2000.

SECCIÓN COORDINADA POR ALBERTO LUCHINI



Muñecos diabólicos

Spielberg no para. Al reciente estreno de su última película, *Salvar al soldado Ryan*, se une el de *Pequeños guerreros*, producida desde sus estudios DreamWorks y dirigida por uno de sus más fieles pupilos, Joe Dante. El filme se sitúa en la línea de *Toy Story*, toda vez que sus protagonistas son unos soldaditos de juguete dotados de vida propia, que emprenden una feroz cruzada contra una banda rival. La gran novedad con respecto a su predecesora es que los muñecos no son los únicos personajes y también aparecen seres reales, entremezclados con los animatrónicos.



El responsable de los efectos especiales y del diseño de las criaturas ha sido uno de los grandes de Hollywood, Stan Winston (galardonado con el Oscar por su labor en *Terminator 2*, *Parque Jurásico* y *Aliens*), quien debió superar dos desafíos para que el proyecto llegara a buen puerto. En primer lugar, conseguir encajar la maquinaria, el cableado y los servomecanismos de control en el interior de 237 figuras de apenas 30 centímetros, para lo que fue necesario un equipo de más de 50 personas. Y, en segundo, como él mismo ha señalado, «lograr que los juguetes no parecieran seres vivos, sino darles vida, sin que por ello dejaran de parecer juguetes. Lo conseguimos gracias al movimiento robótico que suelen tener las marionetas, que nos pareció lo más apropiado para la historia».

¿Quién era Carlo Rambaldi?

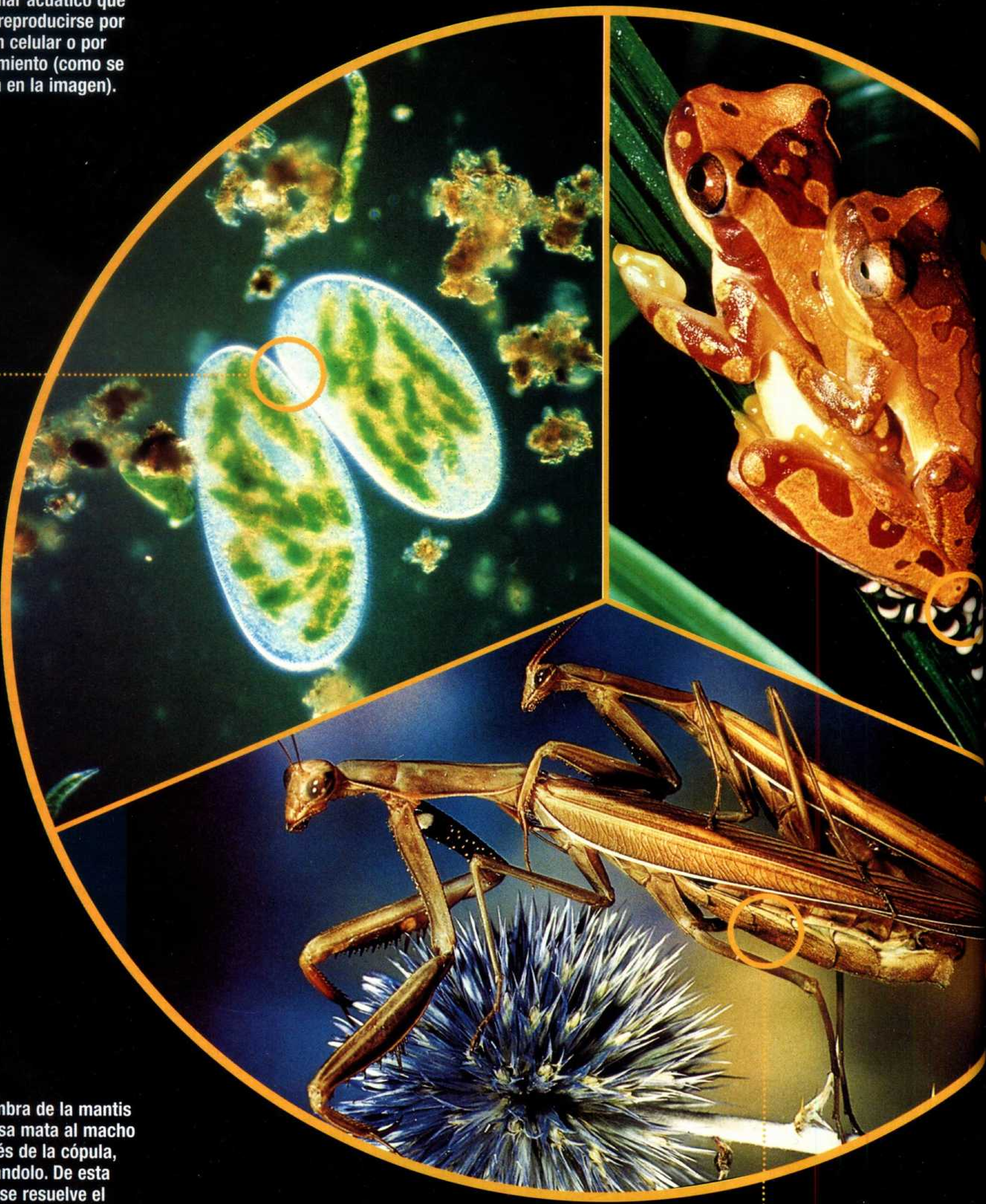
Es, ni más ni menos, el *padre* de dos de las criaturas cinematográficas que ocupan un lugar de mayor privilegio en la iconografía colectiva de fin de siglo: King Kong (en la versión protagonizada por Jessica Lange) y E.T. pero, como ocurre en muchos casos, la fama de la prole ha eclipsado la del progenitor, a pesar de la brillante carrera que le contempla. Porque, al margen de los dos bichos antes citados, Carlo Rambaldi (Ferrara, Italia, 1925) es el creador del áspid que mató a Elizabeth Taylor en *Cleopatra*, el constructor de la torre de Babel que se desintegra en *La Biblia*, el responsable de que John Philip Law vuele con sus propias alas en *Barbarella* y quien alimentó a los asquerosos gusanos gigantes que aparecen en *Dune*. Antes de entrar en el cine, en 1957, se dedicó a la pintura y a experimentaciones hiperrealistas. Los resultados de sus trabajos se pueden apreciar en toda su obra.



31 edición del Festival de Sitges

Aunque en sus últimas ediciones parece decidido a dar un giro a su programación y abrirla a todo tipo de géneros, el Festival de Sitges, que entre los días 8 y 17 de octubre celebra su 31 edición, sigue siendo la muestra cinematográfica de este país que mayor atención presta al cine de terror y ciencia ficción. Buena prueba de ello es que la sesión inaugural estará protagonizada por los *Pequeños guerreros* de Dante y la clausura, por *Apt Pupil*, de Bryan Singer, basada en un relato del prolífico Stephen King. Al margen de estas dos proyecciones, el Festival (cuyo presupuesto es de unos 200 millones de pesetas) rendirá homenaje a los directores Alain Resnais, Riccardo Freda y Roger Corman (en la foto) y propone una interesantísima exposición dedicada a las deliciosas marionetas que diseñan Ian Mackinnon y Peter Saunders, entre las que se encuentran las criaturitas verdes que intentaban invadir la tierra en *Mars Attacks!*, de Tim Burton.

El paramecio es un minúsculo organismo unicelular acuático que puede reproducirse por división celular o por acoplamiento (como se aprecia en la imagen).



La hembra de la mantis religiosa mata al macho después de la cópula, devorándolo. De esta forma se resuelve el problema del excesivo número de machos.

Las ranas se reproducen por vía sexual, pero con fecundación externa. El macho se encarga de fecundar los huevos que pone la hembra.

¿Para qué sirve el sexo?

Poco rentable desde el punto de vista productivo, costoso por las energías que requiere, arriesgado y hasta mortal. Y por lo visto, carente de una función exclusiva. Los seres vivos como las bacterias, algas o protozoos pasan del sexo y viven igual de bien. Esto ha llevado a los científicos a cuestionarse, sin llegar a ponerse de acuerdo, la utilidad de la reproducción sexual

POR FRANCESCA CAPELLI

Por una vez Sigmund Freud no tiene nada que ver, como tampoco la Viagra. Pero lo cierto es que la pregunta no tiene nada de retórica: ¿para qué sirve el sexo? Como dijo alguien, «una posición ridícula, un esfuerzo enorme y un placer muy corto». Bromas aparte, su existencia sigue siendo un misterio para los científicos. Es más, a la pregunta formulada se podría empezar por responder que, desde el punto de vista de la evolución de la vida, el sexo no sirve para nada, si no es para diversión de quien lo practica.

La reproducción sexual es costosa en términos de energía consumida; difícil, porque presupone la búsqueda de una pareja compatible y, a veces, arriesgada, porque puede conllevar incluso la muerte. Dos estudios paralelos del University College de Londres y de la Cornell University de Ithaca (Nueva York) han demostrado que las hembras de drosófila (la mosca de la fruta, una de las incondicionales de los laboratorios de todo el mundo) que no tienen relaciones sexuales viven casi 10 días más que las que sí las tienen (la vida media de este insecto no supera los dos meses). En el pasado se creía que la muerte precoz de las drosófilas fecundadas se debía al elevado número de huevos que ponían, pero la culpa parece tenerla una sustancia tóxica que el macho le inyecta a la hembra durante la fecundación para impedir que se aparee de nuevo.

También sabe bastante de los inconvenientes del sexo el puerco espín que, tras un encuentro galante con la hembra, se queda 'enganchado' a ella y sólo con mucho esfuerzo y paciencia consigue despegarse. Pero más importante aún es que la reproducción sexual resulta totalmente ineficaz desde un punto de vista numérico. «Los organismos como las bacterias se reproducen por millones de divisiones. Si no mueren por falta de alimento o se las comen organismos superiores, puede decirse que son virtualmente inmortales. Resulta difícil competir con ellas en cuanto a eficacia reproductora», afirma William Clark, profesor de Inmunología y jefe del Departamento de Biología Molecular, Celular y del Desarrollo en la Universidad de California en Los Ángeles.

Cuando se habla de reproducción, lo primero que viene a la mente es el encuentro entre dos gametos (células sexuales) que se unen para dar origen a un nuevo ser. En realidad, esta modalidad es tan sólo una de las muchas que existen para perpetuar la vida. Los protozoos (organismos unicelulares como las amebas) se reproducen por división celular, que puede llegar a ser múltiple, o por germinación, un mecanismo por el cual el hijo se forma dentro o fuera del cuerpo parental, para después

continúa en pág. 52 →

UN FENÓMENO CON MUCHAS FORMAS
El encuentro entre una célula masculina y otra femenina es sólo una de las muchas formas de las que se sirve la naturaleza para perpetuar la vida. Pero no es la más eficiente.

CAPRICHOS DE LA ESTACIÓN
Los afidios se reproducen por partenogénesis (desarrollo a partir de huevos no fecundados) en primavera, mientras que en otoño recurren al acoplamiento y ponen huevos fecundados.

desprenderse y completar su desarrollo de forma separada. Estos nuevos individuos serán clones perfectos de la célula madre.

Los protozoos pueden recurrir también a la conjugación. El proceso consiste en la unión provisional de dos individuos, que no da lugar a un aumento de población, como en el caso del encuentro de dos gametos, sino que se produce un intercambio de material genético. Una vez finalizado dicho intercambio, se separan y se dividen normalmente.

Entre los insectos abunda la partenogénesis, donde el desarrollo se produce a partir de huevos no fecundados, alternada por ciclos de reproducción sexual. Los afidios, por ejemplo, se reproducen por partenogénesis en primavera y ponen huevos fecundados en otoño. Las abejas reinas, en cambio, utilizan la partenogénesis para generar machos. De su acoplamiento, nacerán otras abejas reinas, si las madres recibieron abundante alimento, o simples obreras, en caso contrario. En definitiva, para las abejas el sexo no es más que un mero mecanismo de regulación de la proporción que existe entre machos, reinas y obreras dentro de un mismo enjambre.

No hay un estudio unitario sobre la evolución de la sexualidad. A principios de los 90, las investigaciones se multiplicaron. Pero después los científicos se especializaron en el estudio de organismos, de los que llegaron a conocer todos sus secretos, pero a costa de perder visión de conjunto. Falta, en definitiva, una teoría general sobre el sexo. ¿Cómo se explica, por ejemplo, que algunos seres vivos

continúa en pág. 54 →



ASÍ ES COMO LA REINA REGULA LOS NACIMIENTOS
La abeja reina utiliza la partenogénesis (huevos desarrollados sin previa fecundación) para generar machos. Si se acopla, dará vida a otras reinas, siempre que haya recibido abundante alimento. Pero si el alimento ha escaseado, nacerán abejas obreras.

Cómo resolver el problema del excesivo número de machos

• **Uno de los muchos problemas que origina** el sexo se refiere a qué hacer con los machos que sobran. Si el fenómeno se observa desde una óptica *económica* y, en concreto, desde el punto de vista de la eficacia, sería mucho más práctico tener una población compuesta sólo de hembras capaces de reproducirse por partenogénesis. De hecho, en seguida salta a la vista que en casi todas las especies animales la cantidad de machos es dos o tres veces inferior a la de hembras. Pero sigue siendo un número elevado para las necesidades reales. Pero entonces, ¿qué hacer con ese varón de más? Algunos tipos de animales como los crustáceos cirrópodos (crustáceos marinos que viven fijos a las rocas o a las conchas) y los peces abisales han resuelto el problema transformando los machos en pequeños parásitos de la hembra. Pero en este caso los recursos se desaprovechan. Las doradas, por ejemplo, son de sexo masculino durante su edad joven y después, una vez que han cumplido con sus deberes conyugales, se convierten en hembras. Todavía más refinados son los peces que viven en colonias en las barreras coralinas: si muere el único macho, la hembra dominante cambia de sexo y lo sustituye. Las mantis religiosas han resuelto el problema de un modo mucho más expeditivo, devorando al macho tras el acoplamiento. Es más, la fecundación puede producirse sólo si la pareja ha sido ya devorada a medias. Mucho más pragmáticas son las especies que asignan al macho trabajos pesados, como el cuidado de las crías. En el caso del sapo partero, los machos transportan los huevos en la espalda. O de los caballitos de mar: las hembras introducen los huevos en una bolsa del abdomen del macho, donde se produce la fecundación.



AQUÍ SOBRA ALGUIEN. En la naturaleza, la cantidad de machos es casi siempre superior a las necesidades reproductivas reales. ¿Cómo resolver el problema de los que 'sobran'? Algunos peces de las barreras coralinas (arriba) pueden cambiar de sexo en el transcurso de su vida. Otros animales asignan a los machos trabajos pesados, como el cuidado de las crías. En el caso de los caballitos de mar (a la derecha), son los machos quienes 'dan luz' a los pequeños. Por su parte, el macho del sapo partero (debajo) transporta los huevos en la espalda.





alternen el acoplamiento y la partenogénesis? ¿Por qué los animales superiores recurren únicamente a la reproducción sexual? Y más aún, ¿por qué existen sólo dos tipos de sexos? El propio Darwin se planteó esta misma pregunta sin llegar a encontrar una respuesta razonable. «Creo que la existencia de los sexos es el misterio más grande del universo», escribió el científico inglés.

Las teorías sobre el sexo son muchas, pero ninguna se ha demostrado más convincente que el resto. «Los estudiosos no se preguntan tanto el porqué de la reproducción sexual, sino más bien los factores que la favorecen», afirma Alexey Kondrashov de la Cornell University de Ithaca (Nueva York). «Sobre esta base, surgen escuelas de pensamiento muy diferentes. Hay quien sostiene que la reproducción sexual sirve para eliminar mutaciones genéticas peligrosas en una especie; y quienes afirman que, gracias a ella, una determinada población puede responder rápidamente a los cambios del ambiente en el que viven». De esta forma, aumenta la diversidad biológica, sobre la que interviene después la selección natural. «Pero ninguna de estas teorías ha llegado a comprobarse», admite el investigador.

Una cosa es cierta: las ventajas del sexo, si es que tiene alguna,

La reproducción sexual se da en condiciones de vida difíciles

deben manifestarse a corto plazo y no millones de años después. «En el caso de las mutaciones genéticas, sería determinante conocer la velocidad con la que aparecen estos defectos en una generación», puntualiza Kondrashov. «Si pudiésemos afirmar sin lugar a dudas que las mutaciones aparecen a un ritmo relativamente bajo, entonces podríamos excluir que éstas tengan algo que ver con el sexo. Pero si su aparición fuera acelerada, podríamos afirmar que el sexo actúa activamente sobre la especie, para eliminar estos 'errores'».

El sexo podría servir para acelerar la evolución de una determinada especie. Pero esta hipótesis plantea otra incógnita: ¿de qué serviría? «Lo cierto es que se trata de una cuestión crucial si pensamos por ejemplo que las bacterias, muchas de las cuales están destinadas a autodestruirse, se reproducen

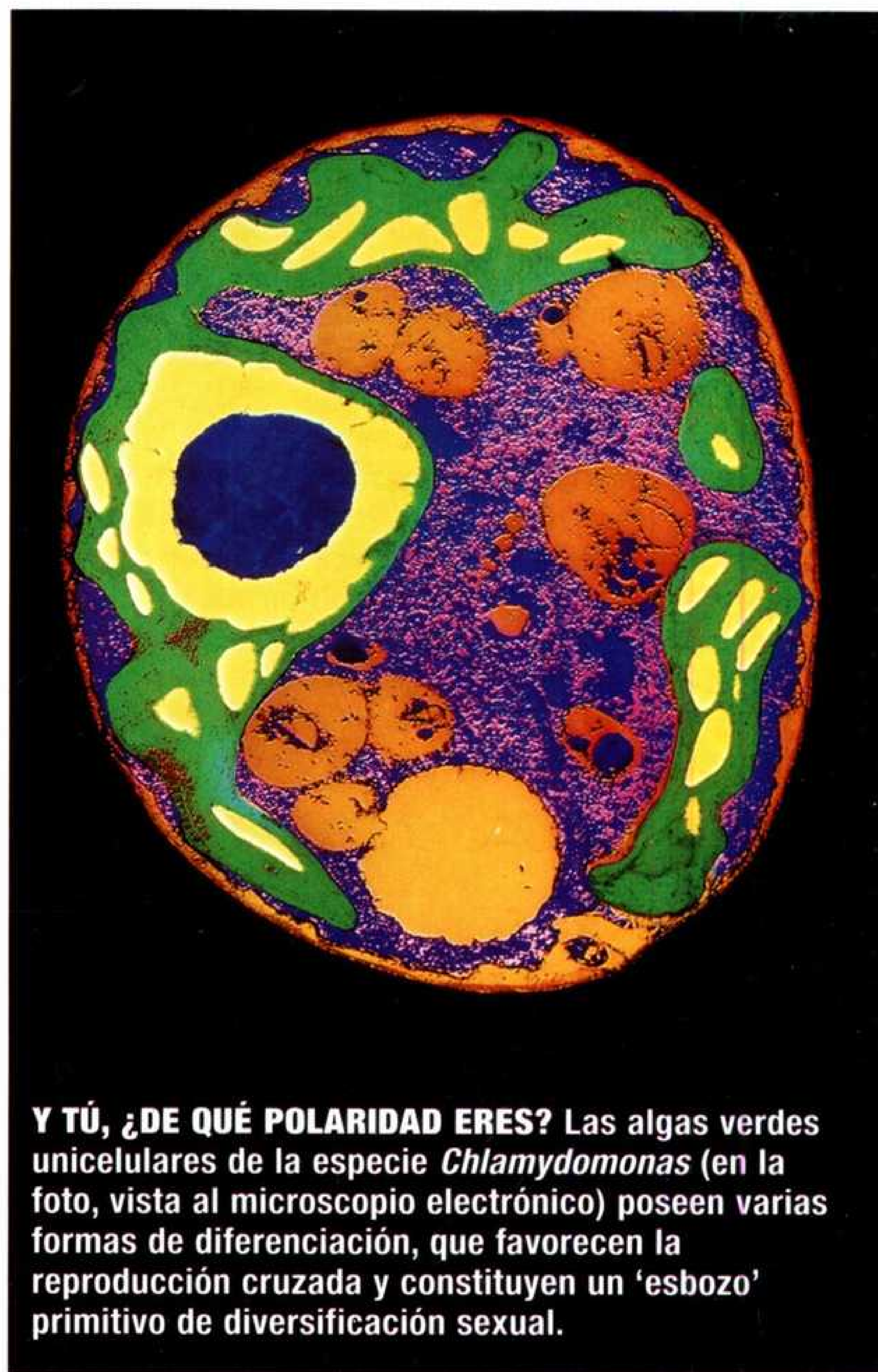
continúa en pág. 56 →

Ninguno, dos, 100.000...

• Los sexos ¿son sólo dos?
Si con este término nos estamos refiriendo a la alternativa entre macho y hembra, la respuesta es sí. Pero antes de llegar a los gametos (células sexuales) existen formas intermedias de diferenciación denominadas polaridades, que utilizan los protistos (organismos unicelulares eucariotas, es decir, donde el núcleo está separado del citoplasma) para su reproducción. Las algas verdes de la especie *Chlamydomonas* (a la derecha), por ejemplo, se caracterizan por tener distintas polaridades. De tal forma que su conjugación (es decir la unión provisional que permite el intercambio de material genético) se produce sólo, o principalmente, entre células de polaridad distinta.

En la práctica, se trata de una suerte de 'esbozo' de diferenciación sexual.

En los estados más primitivos de la evolución, las polaridades son débiles y muy numerosas, y se limitan a favorecer el encuentro entre células con polaridad distinta, pero sin llegar a determinarlo sistemáticamente. Con el tiempo, las polaridades débiles tienden a reforzarse y reducir su número, hasta llegar a una situación final de bipolaridad, en la que el cruce se hace obligatorio. Éste puede considerarse el grado inmediatamente anterior a la aparición de las células sexuales propiamente dichas. «Resulta interesante apuntar que el cultivo en laboratorio de estas especies bipolares, aunque parta de una célula de una única polaridad, tiende espontáneamente a producir el polo que falta», afirma Francesco Scudo, investigador del Instituto de Genética, Bioquímica y Evolucionismo del CNR de Pavía. «En la levadura de cerveza, por ejemplo, basta una sola célula haploide (con sólo la mitad de cromosomas) para producir dos células distintas».



Y TÚ, ¿DE QUÉ POLARIDAD ERES? Las algas verdes unicelulares de la especie *Chlamydomonas* (en la foto, vista al microscopio electrónico) poseen varias formas de diferenciación, que favorecen la reproducción cruzada y constituyen un 'esbozo' primitivo de diversificación sexual.



IMPOSIBLE HACÉRTELO TÚ MISMO. El hermafroditismo (es decir, la presencia de órganos sexuales masculinos y femeninos) también existe en la naturaleza. Pero los animales con esta característica (como por ejemplo los caracoles) son casi siempre autoestériles: es decir, que no pueden acoplarse consigo mismos.

30.000 veces más deprisa que nosotros», afirma William Clark. Esto equivaldría a decir que el sexo nos reporta alguna ventaja: las bacterias no sufren ningún tipo de cambio durante miles de millones de años, mientras que el hombre ha evolucionado muy rápidamente. «El problema es que muy pocas investigaciones se concentran en la medición de estos parámetros», añade Kondrashov. En definitiva, son muchas las hipótesis y muy pocos los datos que las confirman.

«Más que preguntarnos para qué sirve el sexo, deberíamos proceder por exclusión y determinar para lo que no sirve», declara Francesco Scudo, investigador del Instituto de Genética, Bioquímica y Evolucionismo del CNR de Pavía. «No creo que el sexo tenga como primer objetivo la recombinación del patrimonio genético. Las bacterias, que se reproducen por división, pueden recombinar su ADN mediante la conjugación (unión provisional que permite el intercambio de material genético)».

Algo muy distinto a lo que ocurre tras la unión de dos células sexuales (en la que el número de cromosomas viene reducido a la mitad por un proceso denominado meiosis), que dan origen a un nuevo individuo que será diploide (derivado de la fusión de dos células haploides y por tanto dotado de dos pares de cromosomas).

«El sexo ni siquiera sirve para impedir la autofecundación», añade Scudo. «Incluso las plantas, donde originariamente los órganos masculinos y femeninos estaban dispuestos de tal forma que era imposible que se produjera la autofecundación, han separado los sexos. Y las especies hermafroditas, como las lombrices, caracoles y gusanos planos son autoestériles, es decir, que no pueden acoplarse consigo mismas». Algunos caracoles se acoplan además en grupo, formando círculos en los que cada miembro se comporta a la vez como macho y hembra.

Otros animales se emparejan para siempre intercambiándose los papeles. En el caso de algunos gusanos planos, el encuentro entre dos individuos desata luchas encarnizadas para determinar quién asumirá el papel masculino e inseminará al otro. No hay que olvidar que

continúa en pág. 58 →



CINTURÓN DE CASTIDAD. En la fotografía, una drosófila (mosca de la fruta). Las hembras viven más tiempo si permanecen vírgenes, ya que durante la fecundación el macho inyecta a la hembra una sustancia tóxica que les impide acoplarse con otros ejemplares.



al principio de la evolución biológica, la predisposición hermafrodita era la norma y sólo mucho después se produjo al especialización sexual. Por todo lo dicho, podría decirse que el sexo no tiene ninguna función exclusiva y, sobre todo, que no se trata de una necesidad. Todos los organismos procariotas (los más primitivos, formados por células sin núcleo) y también algunos eucariotas como los *rotíferos bdelloideos* (minúsculos animales acuáticos dotados de cilios alrededor de la boca) pasan sin ello y viven igual de felices.

Sin embargo, el sexo se convierte en una oportunidad interesante cuando las condiciones de vida son difíciles o imposibles. Disponer de nuevas combinaciones genéticas puede convertirse en un arma muy eficaz para combatir la adversidad ambiental. En algunos rotíferos, la reproducción mediante gametos se produce cuando el charco de agua en el que viven se seca. Estos organismos, hasta entonces todos de sexo femenino, empiezan a generar por partenogénesis machos, de los que se hacen fecundar para producir huevos capaces de resistir en ausencia de agua.



¿UN PLACER INOCENTE? **Los mamíferos recurren al sexo para reproducirse. Sin embargo, los científicos no han logrado establecer su utilidad más allá de la pura diversión, que por otra parte es bastante relativa: y si no que se lo pregunten al león, que segundos después de iniciar el acoplamiento, recibe un zarpazo en el hocico.**

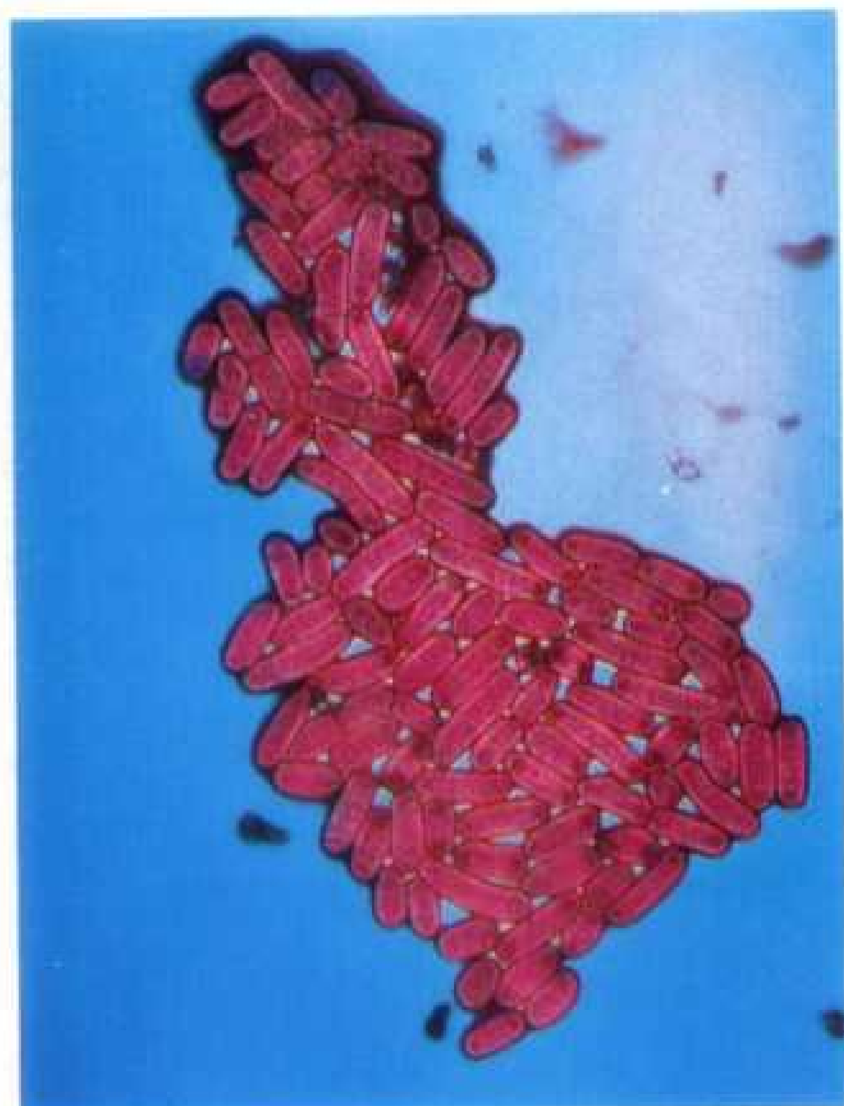
Por el contrario, el alga verdeazul no necesita de este recurso porque da origen a una forma de vida en estado letárgico que se despierta cuando las condiciones ambientales vuelven a ser aceptables. Se trata de células que sobreviven en ausencia de agua durante 107 años, resistiendo durante horas temperaturas que rondan el cero absoluto (-273ºC). Cuando encuentran un ambiente adaptado, vuelven a reproducirse como si nada.

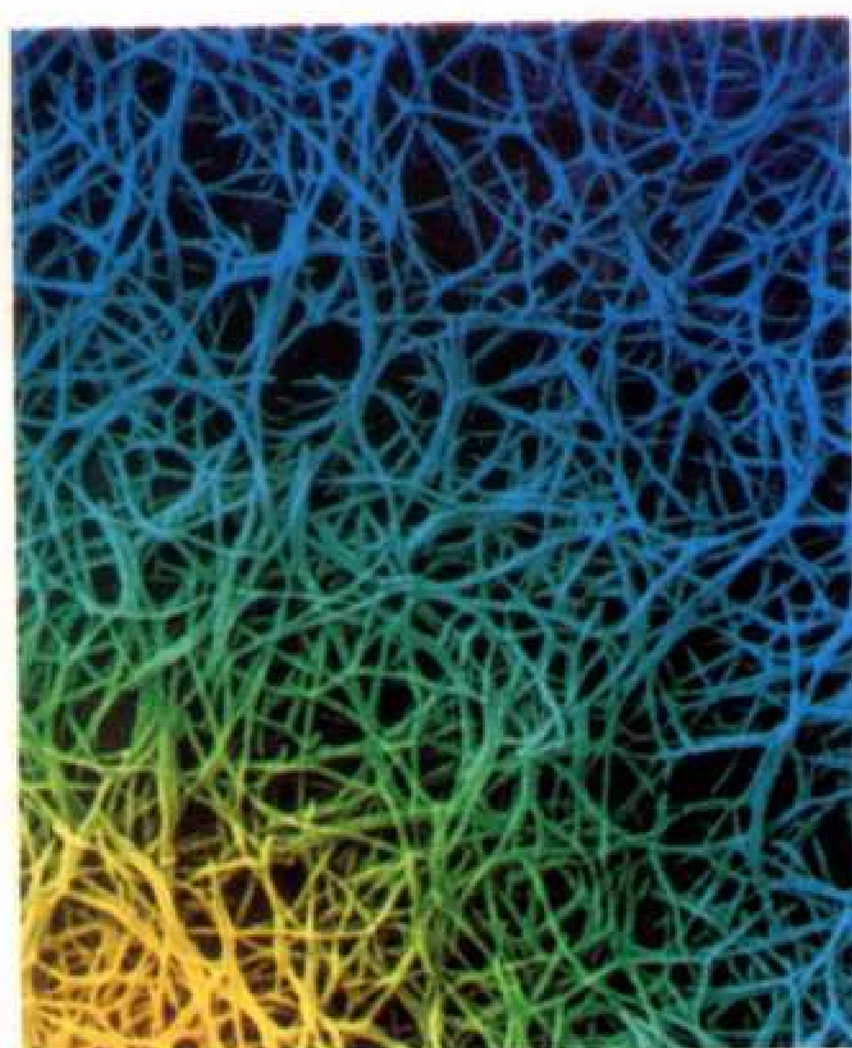
continúa en pág. 60 →

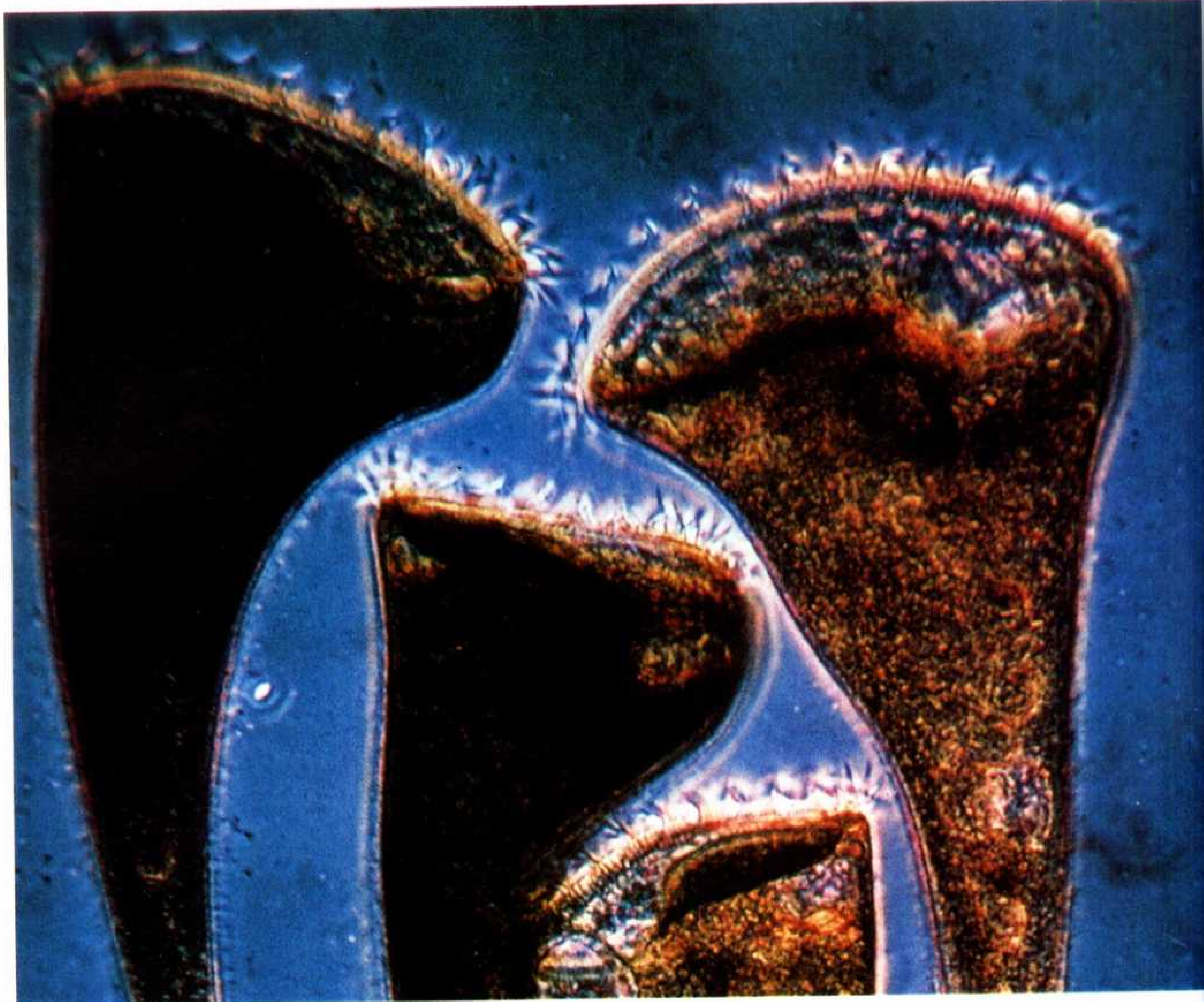
Un matriarcado que dura ya 40 millones de años

Serían la envidia de las feministas más radicales: los rotíferos bdelloideos (minúsculos animales acuáticos dotados de cilios que les sirven para desplazarse) renunciaron al sexo hace 40 millones de años. La población se compone sólo de hembras que se reproducen por partenogénesis (desarrollo a partir de huevos no fecundados), a diferencia de otros rotíferos, que sí se sirven del macho de vez en cuando. De los huevos, programados para dar origen a embriones sin la colaboración de los espermatozoides, nacerán sólo hembras y así sucesivamente. No sorprende pues que esta especie se haya convertido en toda una obsesión para Matthew Meselson, investigador de la Universidad de Harvard. «En nuestro laboratorio», explica el científico, «nos ocupamos de los rotíferos porque creemos que constituyen una extraordinaria excepción, un sistema único que podría utilizarse para extraer información muy valiosa sobre la evolución del sexo. Casi todas las especies animales y plantas se reproducen por la vía sexual, al menos de vez en cuando. Aquellas que no lo hacen nunca duran poco en la escala evolutiva y no consiguen diferenciarse en géneros y familias. Los bdelloideos constituyen un caso por sí mismos: existen más de 350 especies, clasificadas en 19 géneros. No se ha detectado nunca la presencia de un macho o un hermafrodita». Tampoco en los fósiles que se remontan a 40 millones de años atrás. Pero para aceptar esta hipótesis, la ciencia precisa de datos mucho más fiables. Y ¿si por una serie de casualidades la reproducción sexual se les hubiera escapado a Meselson y a su equipo? Esto es lo que ha empujado a los investigadores a estudiar el ADN de los bdelloideos. «La hipótesis que barajamos es que el patrimonio genético de un organismo que no utiliza el sexo para reproducirse, tiende a acumular mutaciones casuales que destruyen la uniformidad de la especie», prosigue Meselson. «Y, en efecto, resulta que el ADN de los bdelloideos está completamente diferenciado».









NADA DE SEXO ENTRE BACTERIAS. Arriba y en el sentido de las agujas del reloj: una colonia de *Escherichia coli*, un tipo de bacteria, normalmente inocua, que vive en el intestino del hombre; ejemplares de *Stentor coeruleus*, un protozoo (organismo unicelular) ciliado y acuático con su característica forma de trompeta; una colonia de fotobacterias , que viven en las vías respiratorias, boca e intestino del hombre, donde pueden provocar lesiones. Estos organismos no se reproducen por vía sexual.

Pero una vez más, estamos eludiendo la pregunta crucial. Si el sexo no tiene funciones específicas y sólo es indispensable en condiciones extremas, ¿por qué es la forma escogida por todos los animales superiores? «El sexo sirve para separar el ADN reproductivo –que se transmitirá a la generación siguiente–, del ADN somático, utilizado para dirigir las operaciones cotidianas de la célula y sometido a procesos de envejecimiento», afirma William Clark.

Una idea parecida fue avanzada a principios de siglo por el biólogo italiano Ermanno Giglio-Tos. Según este científico, el ADN se modifica durante el desarrollo del individuo y vuelve al punto de partida por la unión de los dos pares de células sexuales, las haploides.

«Para entender este concepto», prosigue Clark, «tenemos que imaginarnos un paramecio, un minúsculo ser unicelular que, en un entorno adecuado y provisto de alimento, empieza a duplicarse y a producir 'clones' de sí mismo. Después el proceso se detiene y el organismo muere. Pero si los paramecios se acoplan, su reloj biológico parece dar marcha atrás. Los clones producidos por las células que se acoplaron vuelven a reproducirse a un elevado ritmo».

En este caso, el sexo ha servido para anular la edad del ADN y preservarlo del proceso de envejecimiento que, de otro modo, se hubiera producido durante el desarrollo. «En los paramecios, como en otros eucariotas unicelulares, todo el organismo puede regenerarse por la vía sexual, ya que la célula somática y la célula germinal coinciden», prosigue Clark. «Pero este mismo fenómeno no ocurre en los seres pluricelulares. Desde el momento en que el ADN somático fue separado del reproductivo, el sexo se ha hecho indispensable, incluso placentero, pero ha perdido su capacidad de regenerar todo el cuerpo. En definitiva, puede salvar a nuestros gametos , pero no a nosotros».

Pero si el sexo y la muerte están indisolublemente unidos, ¿cuál es su relación causa-efecto? «No tenemos respuesta para esta pregunta», admite Clark. «Me atrevería a decir que el sexo ha creado la necesidad (por no decir el lujo) de morir para 'librarse' del ADN envejecido, dado que su reparación resultaría inútil y muy costosa». Pero lo contrario no se ha comprobado, es decir, que la muerte siente por fuerza las bases de un nuevo comienzo.

• LIBROS •

William R. Clark
Sexo y orígenes de la muerte
McGraw-Hill

• INTERNET •

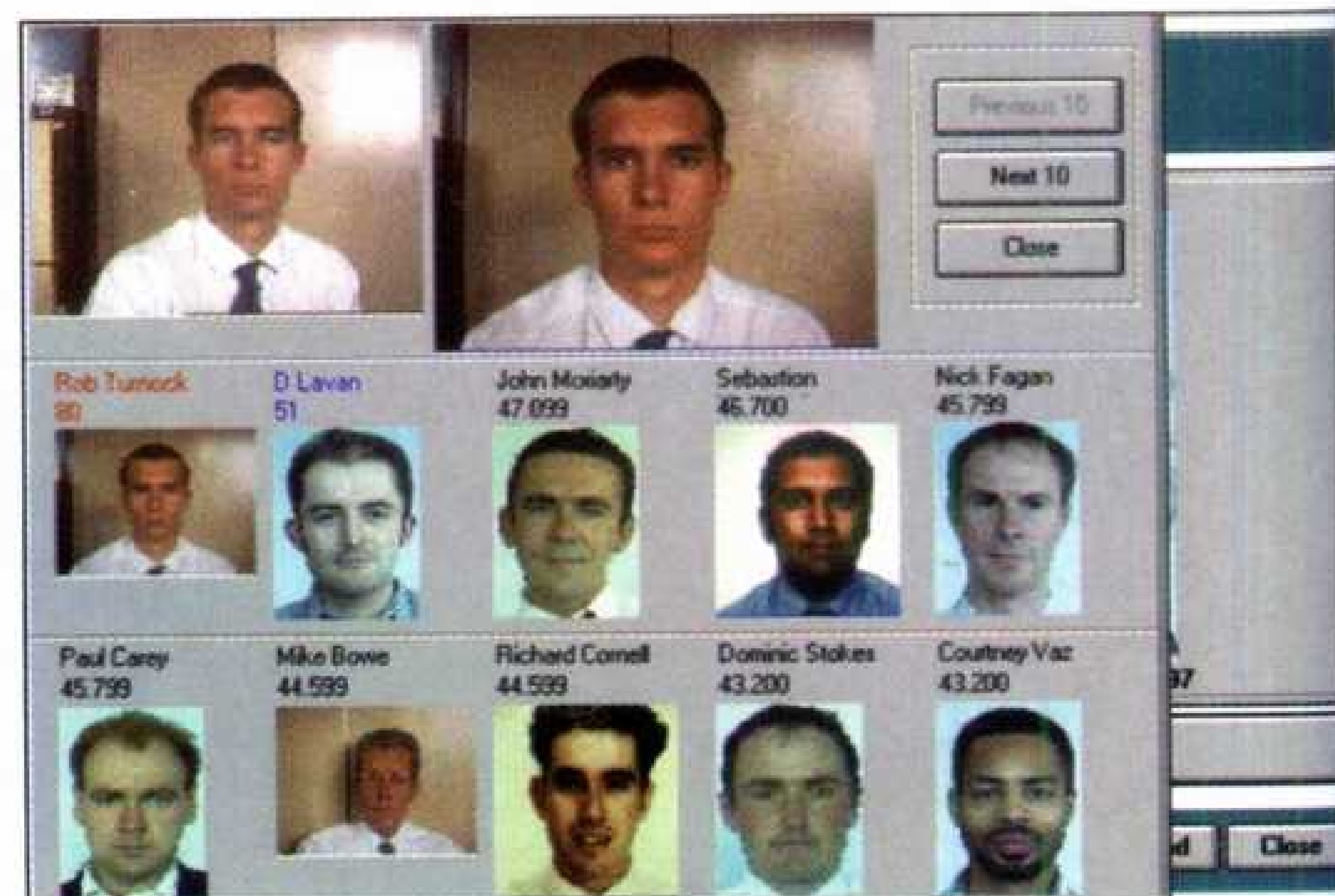
@ http://www.fa.gau.hu/~bardocz/rotife.html

EL EFECTO DEL AÑO 2000 en los ordenadores preocupa. Mucha gente puede pensar que los sistemas informáticos de los bancos no funcionarán correctamente. Ante la posibilidad de que se produzcan retiradas masivas de dinero, la Reserva Federal de Estados Unidos ya ha empezado a imprimir más dinero.

SECCIÓN COORDINADA POR ALBERTO DE LAS FUENTES

Mayor seguridad contra los piratas informáticos

Tres formas tiene un pirata informático (*hacker*) para romper la seguridad de un mensaje encriptado. La primera, la fuerza bruta: poner cientos de potentes ordenadores a trabajar durante días hasta dar con la clave. Este sistema, además de poco fino, resulta caro y cada vez más complejo, al mejorar los sistemas de encriptación. El segundo método es obtener la clave correcta mediante el engaño o el soborno. Para evitarlo, existen procesos de mejora de la organización y la seguridad en las empresas. El tercer camino, el más hábil, consiste en sutiles combinaciones de mensajes falsos. Analizando las respuestas, un *hacker* experto puede llegar a imaginar la solución al problema que supone el cifrado de un mensaje. Ahora, esta tercera opción puede pasar a ser historia con el nuevo sistema creado por matemáticos de la División de Investigación de IBM y del Instituto Federal de Tecnología de Suiza (ETH). El sistema se llama Cramer-Shoup, ha sido presentado en la conferencia Cripto'98 en California y supuestamente es infranqueable. Con él se mejorará la seguridad en la transmisión de información confidencial y financiera por Internet.



Por sus rasgos los conoceréis

Criminales, terroristas y *hooligans* muy buscados van a tenerlo cada vez más difícil para escapar. Un nuevo programa informático, desarrollado por la empresa inglesa Software & Systems, conocido como Mandrake, identifica los rasgos faciales y los compara con un banco de imágenes de delincuentes. El sistema se fija en los rasgos imposibles de modificar ignorando los superficiales, como barba y bigote, gafas, sombreros, etc. Además, puede utilizarse para identificar individuos en grandes multitudes, por lo que puede utilizarse en estaciones de tren, estadios y aeropuertos.



La geometría de la naturaleza, al descubierto

No, es un montón de fractales. La utilización de potentes ordenadores está descubriendo a los matemáticos que la geometría de la naturaleza no es tan compleja como se pensaba. Es decir, que objetos con formas sumamente complicadas como las montañas, los árboles, las nubes o las líneas de la costa, están formadas por la repetición, un número suficiente de veces, de fórmulas matemáticas relativamente sencillas. Así, una montaña no sería más que un triángulo, dividido en cuatro partes iguales y desplazado para formar un efecto tridimensional. Eso sí, multiplicado luego de forma perfecta. Se trata de algo muy parecido al ejemplo más conocido de fractal, observable a simple vista: los copos de nieve.

El primer 'ciborg'

Parece ciencia ficción pero no lo es. Ya existe el primer *ciborg*, el primer híbrido de ser humano y máquina en la Historia de la Humanidad. Se llama Kevin Warwick y es profesor de Cibernética en la Universidad de Reading, en el Reino Unido. Warwick se ha implantado, mediante una operación quirúrgica, un pequeño chip en el brazo. Al llegar a su despacho, las puertas se abren, las luces se encienden y la temperatura de la habitación se regula. Además, sus movimientos pueden seguirse en todo momento desde un ordenador de la universidad. El experimento forma parte de una investigación sobre las posibilidades de comunicación entre los seres humanos y los ordenadores. En el futuro, estos tipos de implantes se podrían utilizar para sustituir llaves, tarjetas de crédito y billetes de transporte. Pero el mismo profesor Warwick advierte de los peligros que pueden derivarse del uso de la tecnología, con controles al estilo del 'Gran Hermano', que Orwell plasmara en su *1984*. Por ejemplo, quien se salte un semáforo o quien salga cinco minutos antes del trabajo, podría ser delatado por su implante informático. *Robocop* está cada día más cerca.

La biblioteca prehistórica

▶ Un sistema primitivo de comunicación, un tipo de escritura anterior a la palabra, meros elementos decorativos... Son muchas las hipótesis acerca del origen del arte rupestre, pero muy pocas las respuestas para un misterio todavía por resolver

POR LORENA RUANO Y GIUSEPPE BRILLANTE

Fue el hombre del Paleolítico (hasta el 9.000 a. C.) quien realizó las primeras manifestaciones artísticas que se conocen. Consisten en representaciones figurativas grabadas o pintadas sobre rocas. Imágenes de guerreros, animales, signos, escenas de caza, agrícolas... se repiten a lo largo de millones de años formando el denominado arte rupestre.

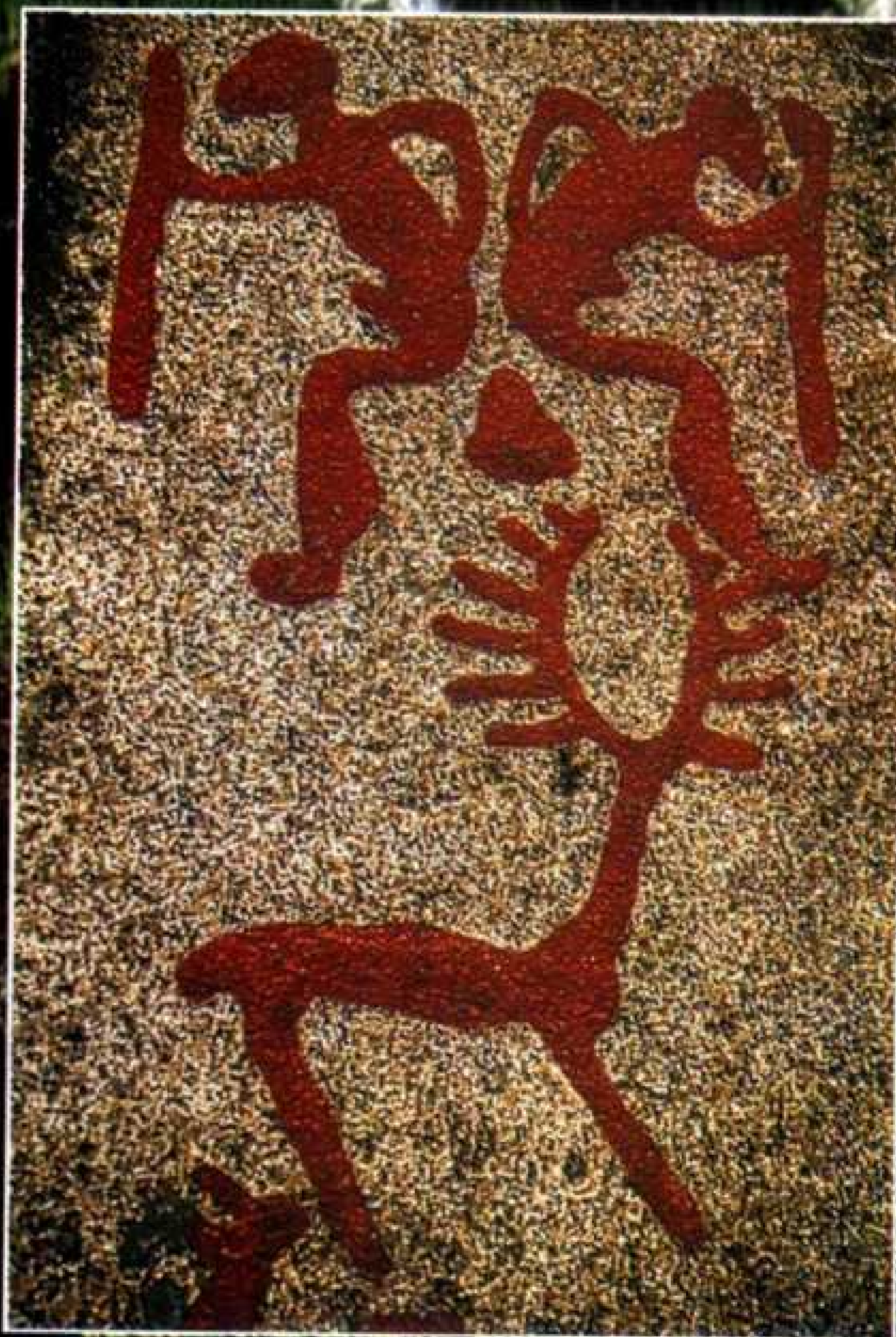
Pero, ¿cuáles fueron los motivos que llevaron al hombre a realizar estas representaciones? ¿Qué pretendía con ellas? Según Raffaele de Marinis, profesor de prehistoria en la Universidad Estatal de Milán, estas imágenes responden a una forma primitiva de comunicación: «Desde los tiempos más antiguos, el hombre, que no conocía la escritura, ha tratado siempre de comunicarse. Resulta difícil saber con quién, probablemente con las fuerzas de la naturaleza que, en ocasiones, debían resultarle tan poderosas que desarrollaba en torno a ellas una suerte de divinización».

Fuerzas tan impactantes como las terribles tormentas que se desarrollan en el llamado Valle de las Maravillas. Los impresionantes rayos y truenos que pueden contemplarse en este valle, situado cerca de la región francesa de Tende, debieron impresionar tanto al hombre primitivo que relacionó el lugar con la morada de sus divinidades. De este modo, el Valle

El arte rupestre puede tener un origen mágico

de las Maravillas empezó a ser considerado como un lugar sagrado al que diferentes tribus acudían para realizar rituales mágicos que acompañaban con representaciones grabadas sobre las paredes rocosas. Entre las numerosas imágenes encontradas allí, se halla la famosa figura del *hechi-*

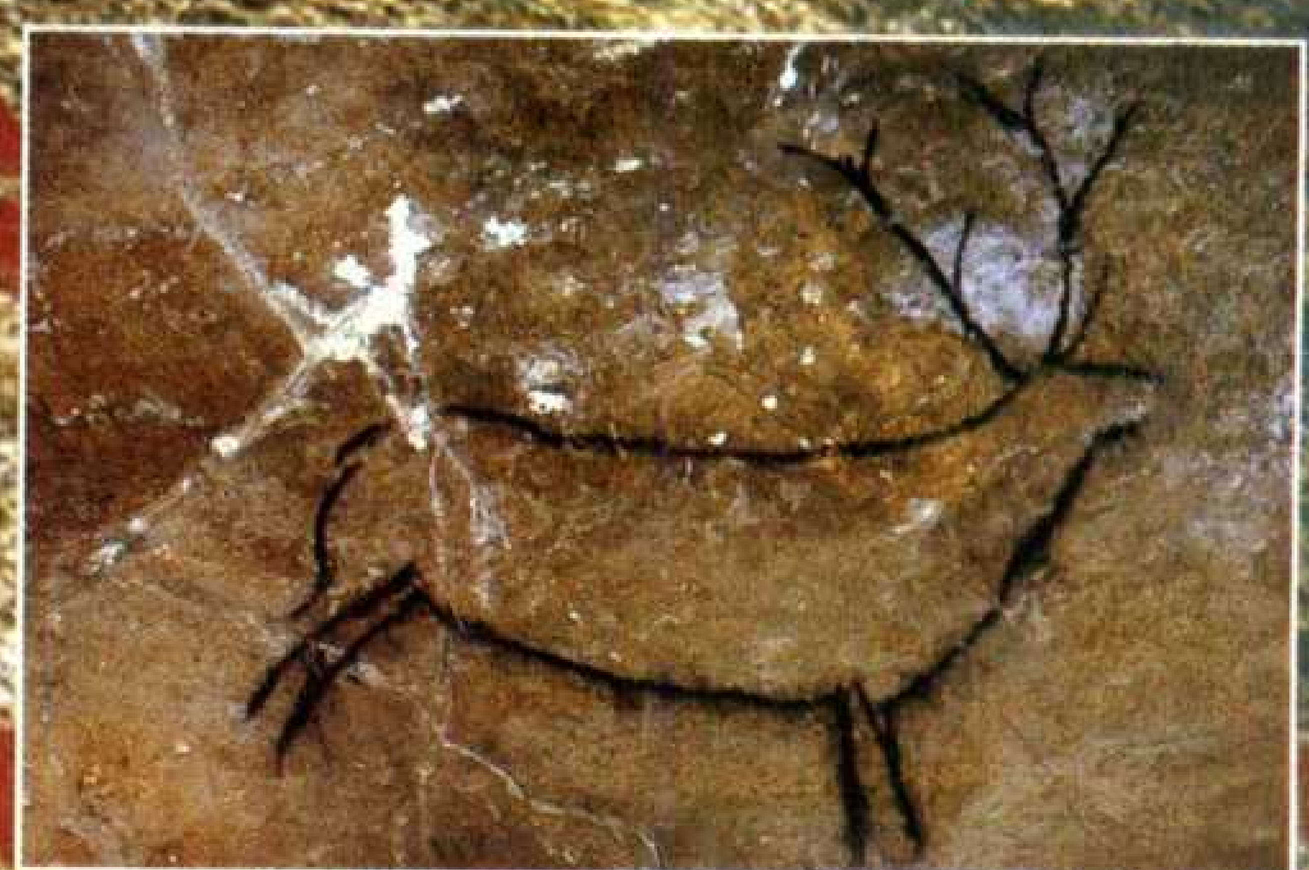
continúa en pág. 66 →

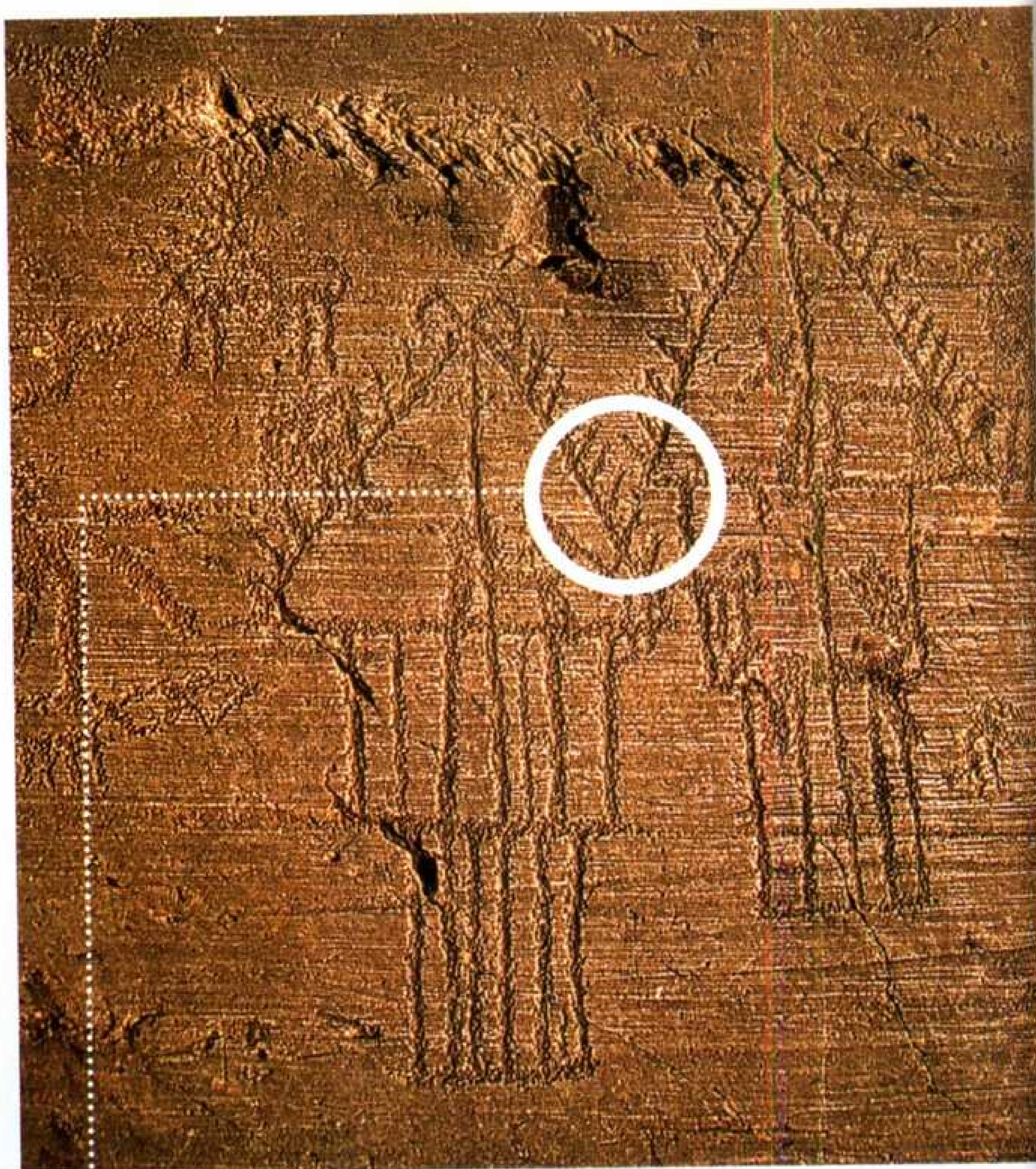


40.000 IMÁGENES
La imagen de mayor tamaño, la de la izquierda y la de abajo en el centro pertenecen al yacimiento de Tanum (Suecia). Las 40.000 figuras halladas allí están fechadas entre el 15.000 y el 500 a. C. Abajo, el *Gran bisonte que marcha*, de la cueva de Altamira y un ciervo de la cueva de Las Chimeneas, ambas en Cantabria. España es uno de los países en los que se han encontrado las representaciones rupestres más antiguas, ya que datan del 18.000 a. C.









cero que probablemente estuviese dedicada al dios de la tempestad. Representa a una figura con los brazos alzados sosteniendo un puñal en cada mano que podría simbolizar rayos mágicos que arrojaba al exterior.

▶ Decoración de interiores

Pero no todos los expertos comulgan con el origen mágico del arte rupestre. Existen otras teorías relevantes que abogan por alternativas diferentes a la magia o la religión. Por ejemplo, la que considera a estas figuraciones como parte de pruebas o ceremonias de iniciación para los más jóvenes.

Las escenas de caza pedían a los dioses éxito en cada jornada

También es el caso de la formulada por E. Lartet y H. Christy en 1864 bajo el nombre de *El arte por el arte*. Con unas claras influencias darwinianas, ambos autores afirman que el hombre del Paleolítico, recién abandonada su condición de primate, no podía crear representaciones trascendentes, de modo que su arte debía responder a finalidades inmediatas. Durante el periodo en el que aparecen las primeras representaciones prehistóricas, el hombre vivía en un entorno natural lleno de recursos para subsistir por lo que no tenía que preocuparse por obtener comida. Esta condición le permitía gozar de mucho tiempo libre que, a menudo, empleaba decorando los lugares en los que habitaba con grabados y pinturas.

Sin embargo, aunque esta teoría ha captado a un gran número de adeptos a lo largo del tiempo, existe una clara contradicción entre sus enunciados y los lugares en los que se han hallado las manifestaciones rupestres.

Existen dos tipos de espacios naturales en los que el hombre realizaba sus representaciones: los abrigos y entradas a cuevas y sus lugares más profundos. Mientras que en los espacios más exteriores se han encontrado evidentes muestras que indican la realización de vida cotidiana, en los lugares más profundos no se ha hallado ninguna señal que demuestre que estaban habitados. Por lo tanto, el artista, una vez concluida su obra, no solía visitar el lugar e incluso puede que no volviese a pisarlo nunca. De este modo la teoría de *El arte por el arte* no puede aplicarse a todas las representaciones.

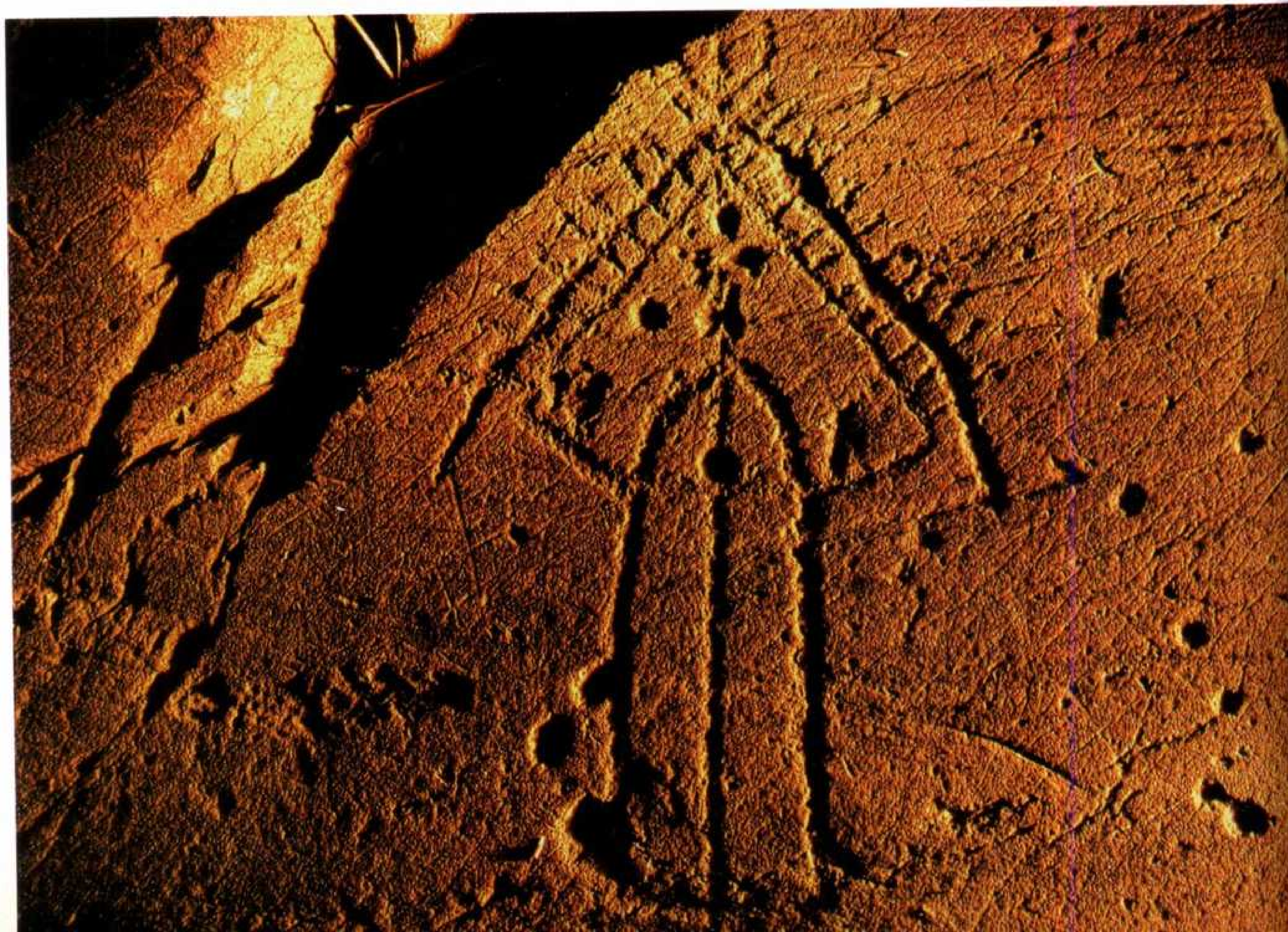
▶ El origen mágico

Este vacío nos lleva de nuevo a considerar las conclusiones de Raffaele de Marinis: «Aunque no es posible generalizar puesto que el arte rupestre

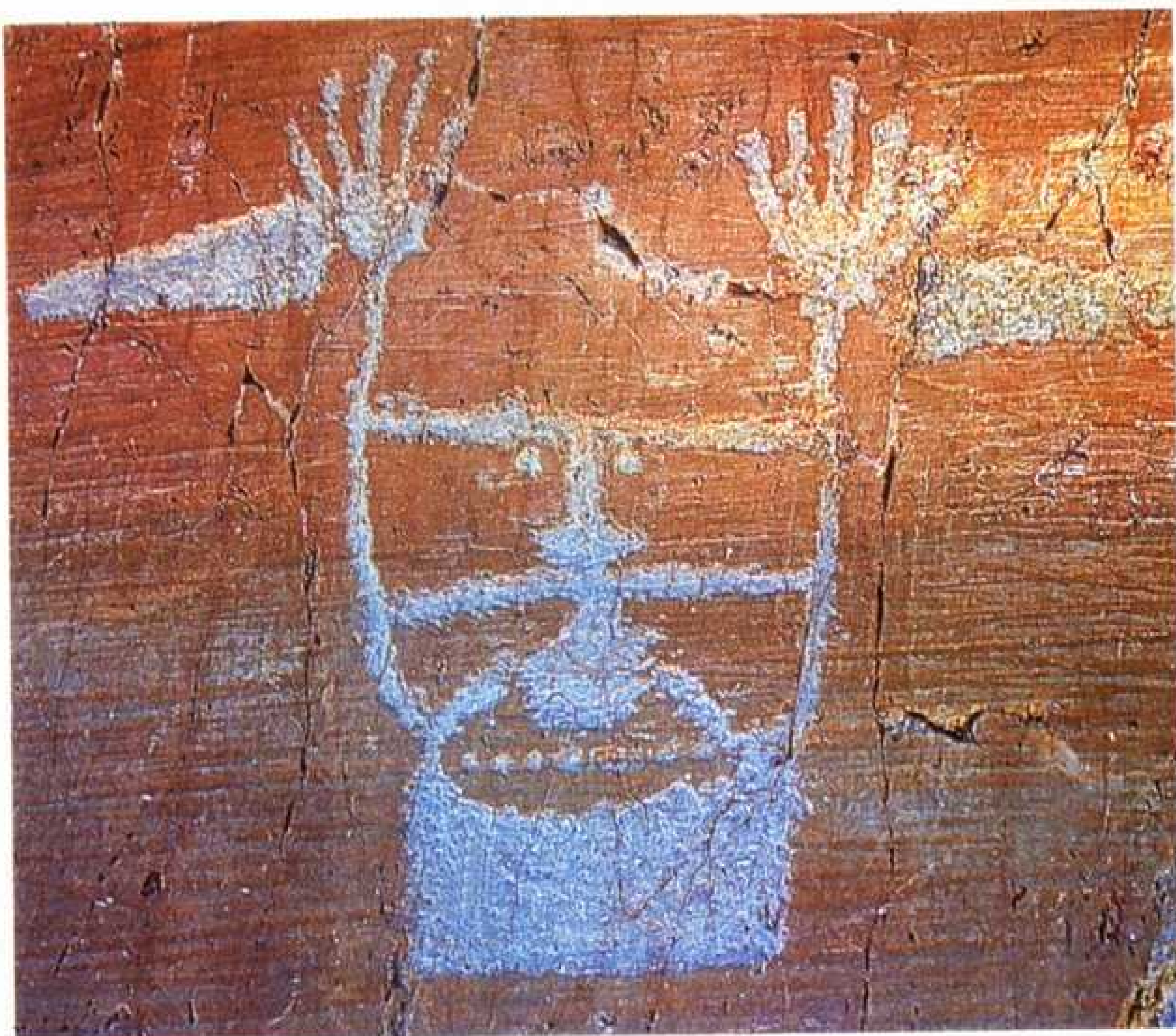
continúa en pág. 68 →



RECONSTRUCCIÓN
A la derecha, reconstrucción de un granero de la Edad de Hierro (año 1000 a. C.) a través de grabados encontrados como los de Val Camonica, Italia (arriba y abajo).



presenta una enorme variedad de técnicas, de estilos y de contenidos, las razones que llevaron a su práctica deben buscarse especialmente en el ámbito sagrado».
A este mismo razonamiento se unen un gran número de expertos que continúan investigando el origen mágico del arte rupestre, aunque sin resultados concluyentes. A este grupo se suma el arqueólogo Ramón Torres, director del yacimiento de la cueva de El Pendo (Cantabria), para quien el origen mágico de las imágenes halladas en la cueva resulta evidente: «Cualquier persona puede darse cuenta del carácter sagrado que adquirieron las representaciones y la cueva de El Pendo para los cazadores de ciervos que vivieron en ella hace 19.000 años».
Según esta corriente, las pinturas rupestres nacen de una especie de ritual religioso por el que el hombre prehistórico se encomendaba a los dioses para que les propiciasen buenas cacerías. Por este motivo representaban figuras de animales reflejando sobre ellos las heridas que más tarde querían causar a los animales reales.
Curiosamente reproducían, casi de manera exclusiva, aquellos animales de los que se alimentaban, como el bisonte o el caballo, que constituía para muchas tribus su principal soporte alimenticio y que supone casi un tercio de todos los animales representados.





LOS HECHICEROS
A la izquierda, el *Hechicero* encontrado en el Valle de las Maravillas (Francia) que posiblemente evoque al dios de la tempestad. A la derecha, ilustración de *El Hechicero* del yacimiento de Les Trois-Frères (Francia) que propiciaba buenas cacerías. Arriba, reproducción de una escena de un ritual prehistórico.

Las imágenes simbolizaban lasfuerzas de la naturaleza

En algunos yacimientos se han encontrado animales pintados sobre otros anteriores, tal vez para repetir el éxito que obtuvieron en la primera cacería.
La gama de animales que aparecen responde a una estricta selección realizada por el artista. Sin embargo, existen teorías diferentes acerca de los criterios seguidos a la hora de elegir las figuras. Mientras que unos expertos apuestan por su valor alimenticio, otros se inclinan por la simbología que el hombre primitivo otorgaba a cada una de ellas y que simbolizaban poderes de la naturaleza que escapaban a su control. Así, por ejemplo, los uros (bóvido salvaje parecido al toro extinguido en Europa en 1627) estaban considerados como una divinidad relacionada con la fertilidad, mientras que el ciervo (en especial el denominado ciervo rojo) simbolizaba el agua y la tierra. Cuando las cornamentas de estos animales eran ramificadas y con formas curvilíneas (como los hallados en el yacimiento de Val Camonica, Italia) representaban la imagen del Sol. A menudo las figuras aparecen acom-

continúa en pág. 70 →

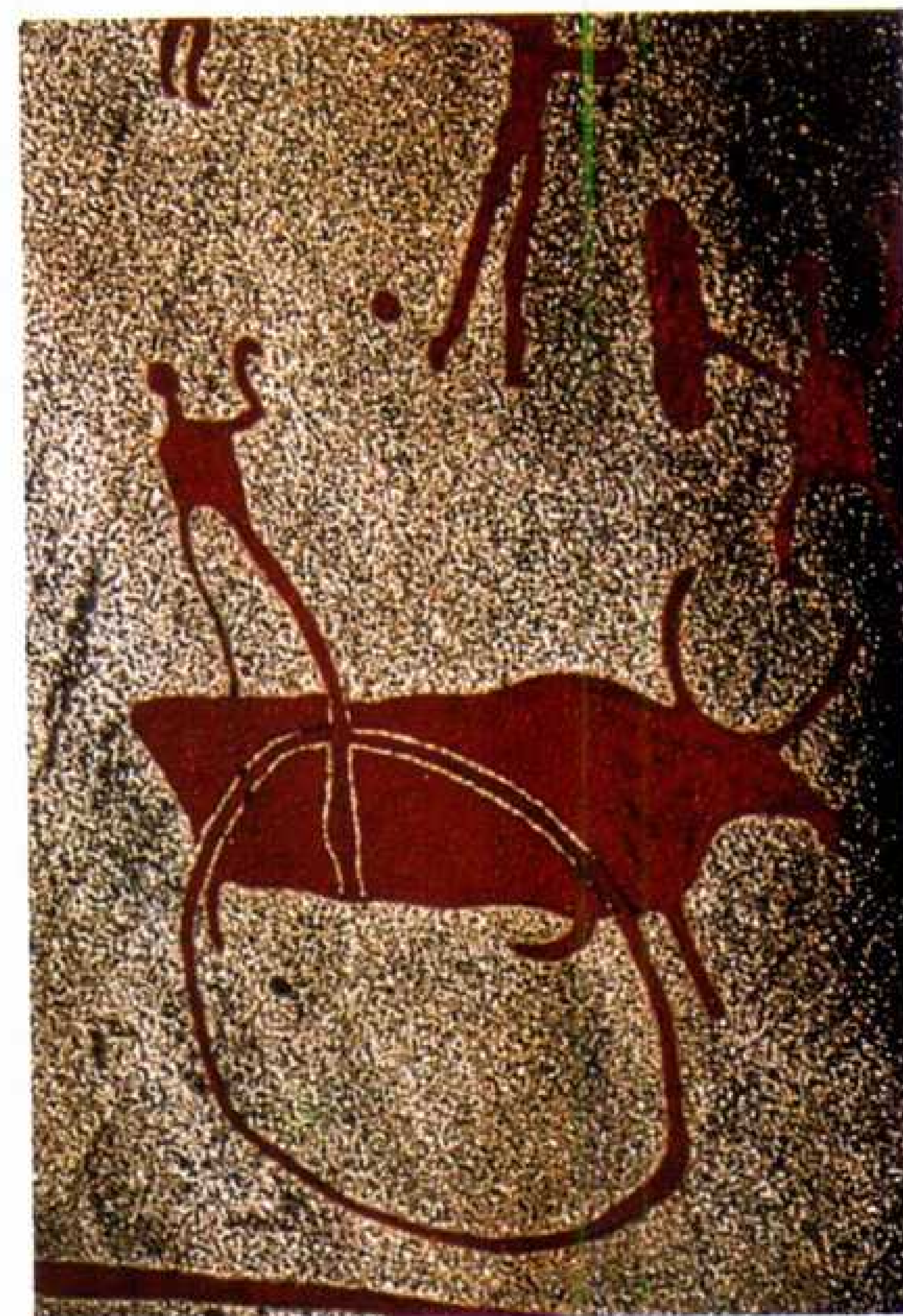
pañadas de signos no figurativos a los que también se les atribuye alguna función mágica.
El número de figuras humanas es considerablemente menor que el de animales, tal vez porque estas últimas resultaban más necesarias y gratificantes para sus rituales sagrados. Sin embargo, en algunas ocasiones la figura humana también adquiere formas fantásticas que guardarían algún significado mágico. Este es el caso de los llamados *monstruos*, híbridos mitad hombre, mitad animal como el conocido *El Hechicero* del yacimiento de Les Trois-Frères (Francia) que propiciaba buenas cacerías. La imagen del fetiche está compuesta por piernas y pies humanos, rabo y curvatura de la espalda de caballo, patas delanteras de oso y barbas y astas de reno.
La forma más recurrente de representar al hombre es la antropomórfica que utilizaba trazos muy esquemáticos y toscos, en los que no se establece ninguna distinción sexual. Mucho más curiosas, tal vez por la simbología que en ellas se esconde, son las representaciones sintéticas, que reproducen una parte del cuerpo como representación del todo. Las más frecuentes son las imágenes de manos, tanto la derecha como la izquierda. Pero las que resultan altamente peculiares son las que se conocen como *en negativo*. En ellas el interior de la mano queda libre de color y es la piedra de alrededor la que se colorea respetando el contorno de la mano, como la que aparece

continúa en pág. 72

Las imágenes y la simbología del arte prehistórico







• LAS REPRESENTACIONES ZOOFORMES. Las figuras de animales son las más abundantes en las representaciones rupestres. Todas responden a una selección realizada por el hombre, que probablemente otorgaba una simbología específica a cada una de ellas, aunque aún se desconoce parte de ella. La imagen que más aparece es la del caballo, como el hallado en la cueva de Las Monedas, Cantabria (arriba a la izquierda). Según los expertos, los ciervos (centro) simbolizaban el agua y la tierra, como el encontrado en la cueva de Altamira (Cantabria). Los uros (derecha) estaban relacionados con la fertilidad, como el del yacimiento de Tanum (Suecia).



• LA FIGURA HUMANA
La forma más habitual de representar al hombre es la antropomórfica que resuelve la imagen con trazos muy esquemáticos. A la derecha, un guerrero encontrado en el Valle de las Maravillas (Francia). Más peculiares resultan las que reproducen una parte del cuerpo como representación del todo. A la izquierda, una mano de la cueva de El Castillo, Cantabria. La imagen aparece *en negativo*.

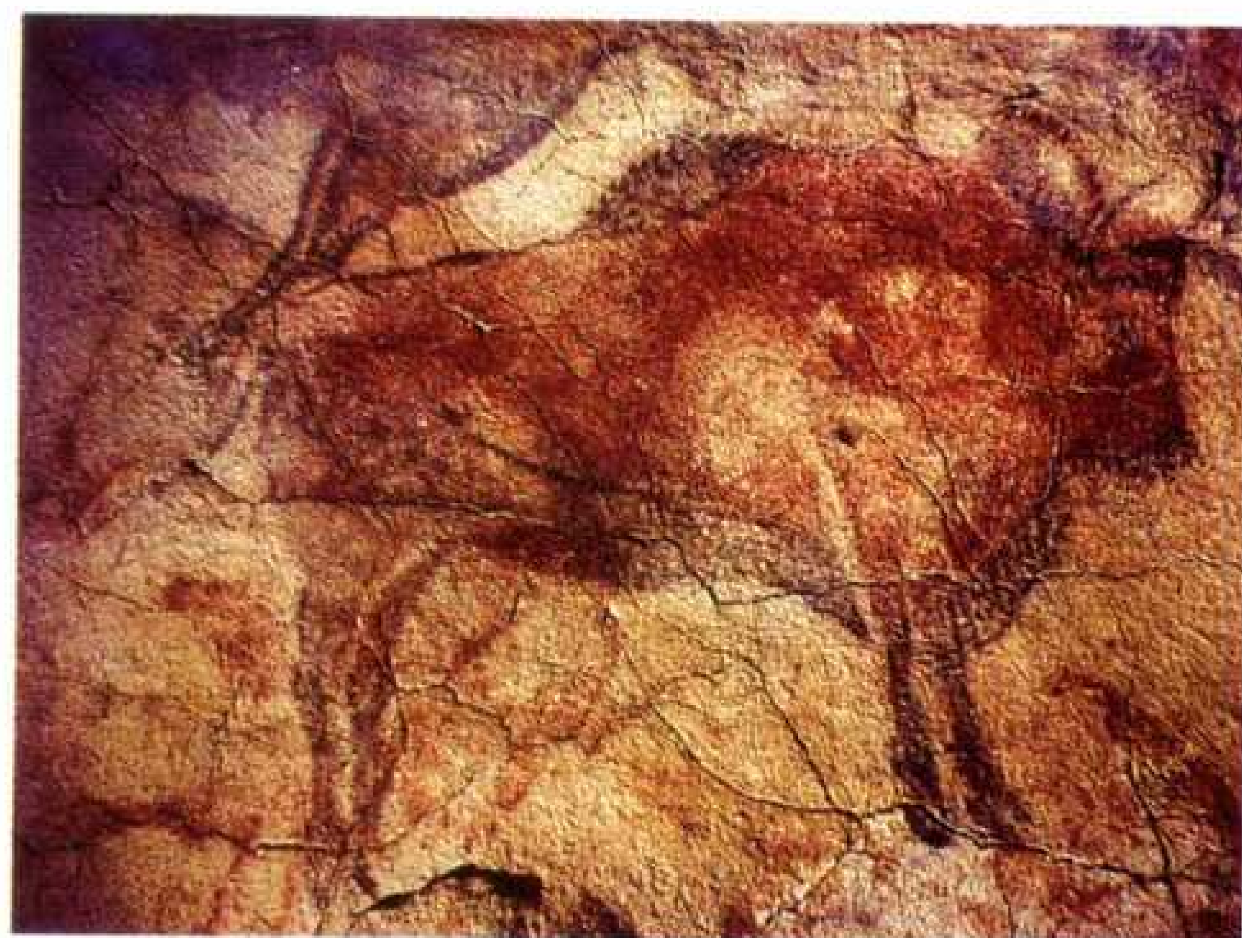


en la parte inferior izquierda de la página anterior que pertenece a la cueva de El Castillo, en Cantabria.

La Capilla Sixtina del arte prehistórico

• Está considerada como la cueva más importante del arte rupestre. La excepcional Altamira (Cantabria) fue descubierta de manera casual en 1869 por Marcelino de Santuola. Tuvieron que transcurrir seis años hasta que la cueva comenzó a ser explorada, y no fue hasta 1879 cuando se encontraron las primeras pinturas, que reproducían imágenes de bisontes. El descubrimiento fue divulgado un año más tarde. Sin embargo, la gran calidad de las imágenes y su excepcional estado de conservación provocaron que las pinturas fuesen consideradas falsas por la comunidad de expertos. Tras años de estudio, las pinturas por fin fueron catalogadas como auténticas a principios de siglo, pero su descubridor murió antes de que esto ocurriera.
Las pruebas realizadas con carbono 14 sobre las cerca de 300 figuras (entre pinturas y grabados) presentes en Altamira las han datado en dos momentos diferentes del Paleolítico superior: las primeras se producen en el 18.000 a.C. y las segundas unos 3.000 años más tarde.
Las imágenes se suceden a lo largo de los 270 metros de longitud que posee la cueva, destacando de manera especial el *gran techo*, situado cerca de la entrada, donde se amontonan las imágenes de bisontes en un espacio de 18 x 9 metros.
Las figuras aparecen en actitudes de todo tipo aprovechando en ocasiones los sugerentes relieves que ofrecen las rocas, que dotan a las imágenes de más expresividad y sensación de movimiento.
A las imágenes de Altamira también se les han atribuido una simbología mágica o religiosa para el *Homo sapiens*. Teorías recientes han analizado las asociaciones de animales de distintas especies que aparecen en la cueva considerándolas como una interpretación del mundo en clave binaria, uniendo dos principios contrapuestos: masculino y femenino, donde la imagen del caballo representaría lo masculino y el bisonte lo femenino, independientemente del sexo de cada animal representado.
La última interpretación realizada de la manada de bisontes que aparece en el *gran techo*, la considera como parte de un ritual mágico que propiciase el apareamiento y la reproducción. Por lo tanto, la idea de la fecundidad sería la piedra angular de Altamira. Incluso se cree que la cueva también pudo ser una especie de santuario donde se realizaban ciertos ritos de iniciación sexual.
El hecho cierto es que la cueva de Altamira es la mejor representación rupestre que existe a nivel mundial y es donde el arte del Paleolítico alcanza su punto culminante. La calidad y belleza de las figuras, su sensacional realismo y su extraordinario estado de conservación la han llevado a estar considerada como la Capilla Sixtina del arte rupestre.





▶ Una nueva teoría

Pero mientras los expertos siguen indagando sobre el origen mágico del arte rupestre, aparecen nuevas teorías que echan por tierra los avances obtenidos. Este es el caso de la formulada por el italiano Emmanuel Anati, presidente del Centro Camónico de Estudios Prehistóricos. Para Anati el arte rupestre no es más que un lenguaje escrito nacido en África hace unos 50.000 o 100.000 años. Desde allí se difundió por todo el mundo con la emigración del *Homo sapiens* aunque conservó algunos rasgos comunes que esperan ser descifrados e interpretados. Tras haber recopilado información en más de 100 países, afirma haber conseguido descifrar la sintaxis de las figuraciones rupestres, es decir, el tipo de unión que existe entre las figuras, distinguiendo tres formas gramaticales: los pictogramas (las imágenes), los ideogramas (los símbolos) y los psicogramas (los signos conceptuales). Las conclusiones de Anati han contribuido a suscitar aún más el debate de los expertos que continúan sin hallar pruebas concluyentes que resuelvan el misterio sobre el origen del arte prehistórico. Mientras, continúan estudiando posibles respuestas a sus múltiples preguntas. 

LIBROS

El hombre. Dos millones de años de historia
Varios autores. (Reader's Digest)

INTERNET

@http://www.arthistory.net/civilizations.html

@http://www.unesco.org/whc/sites/310.htm

LA LIGA DE FÚTBOL BELGA ha repartido tarjetas inteligentes a unos 200.000 aficionados para controlarlos cuando adquieran sus entradas. Se busca evitar el vandalismo, ya que quien no se identifique con una de estas tarjetas, no podrá sacar entradas para partidos de alto riesgo.

SECCIÓN COORDINADA POR ALBERTO DE LAS FUENTES

El ordenador personal más potente

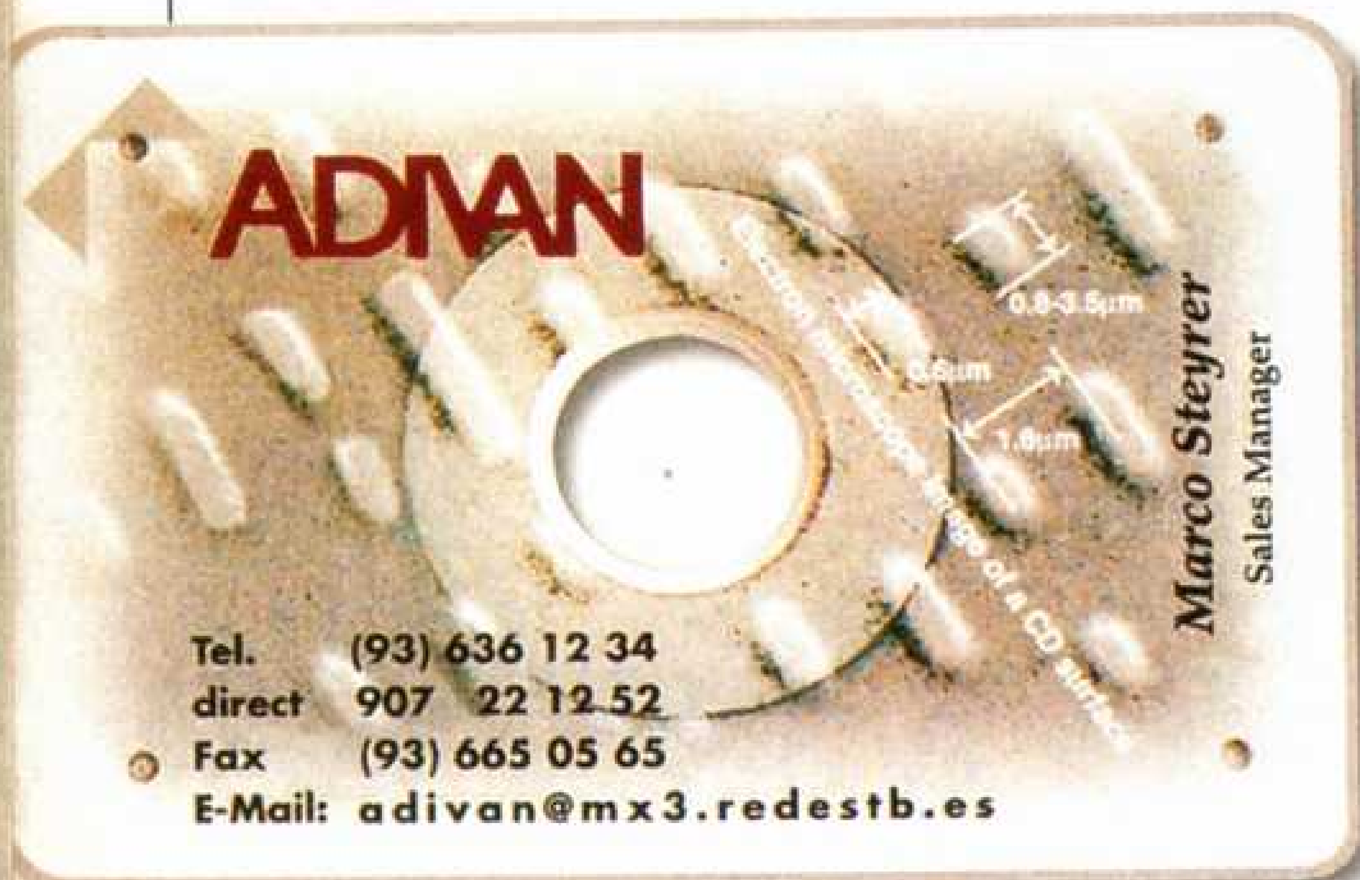
La industria de los ordenadores personales no cesa de lanzar novedades que dejan anticuadas las joyas informáticas de hace unos meses. Esta vez ha sido IBM quien se ha desmarcado de sus competidores con un nuevo 'monstruo'. Su ordenador de sobremesa Aptiva SE7, conocido con el nombre clave de Cobra, será el más avanzado con diferencia de su segmento. Se trata de un Pentium II a 450 Mhz., con 128 Mb de memoria RAM, 16,8 Gb de disco duro y un monitor de 15 pulgadas extraplano de última generación. Su precio puede rondar las 450.000 pesetas, pero de momento no está prevista su fabricación en España.





Llaveros que facilitan las relaciones

Son la última moda llegada de Japón. Su nombre es LoveGety y se trata de unos llaveros pensados para ligar. Al encontrarse con una persona que lleva otro LoveGety conectado, una lucecita empieza a parpadear insistentemente. Se puede elegir entre llevar el cacharro en tres modalidades: Talk! (charla) si sólo se quiere hablar un rato; Karaoke, cuando lo que se busca es salir a dar una vuelta, y Get (lograr, obtener) cuando se tiene todo claro y no se quiere andar con preámbulos. Se vende en azul para chicos y rosa para chicas. Su precio es de 19,95 dólares (unas 3.000 pesetas) y se puede obtener en Internet en la dirección http://www.ilovegety.com/cgi-bin/order.pl



Tarjeta de visita con CD- Rom incorporado

Si usted pensaba que tener incorporada una dirección de correo electrónico en su tarjeta le daba un signo de modernidad sepa que se ha quedado un poco anticuado. Lo más avanzado en este aspecto son las tarjetas de visita con CD-ROM. En ellas puede presentar todo tipo de ficheros de audio, vídeo, fotos y texto. Puede incluir su curriculum, información de su empresa y enlaces con páginas web. La tarjeta, denominada MST CD Card, se lee insertándola en el lector de CD-ROM de cualquier ordenador, PC o MacIntosh, fijo o portátil. Ha sido creada por la empresa Adivan High Tech AG y su precio está en torno a las 1.000 pesetas por unidad (mínimo 500 tarjetas), más 65.000 pesetas de la realización del máster o tarjeta original. Para más información, puede llamar al teléfono 907/22 12 52.

Los nuevos teléfonos inalámbricos

Los inalámbricos cada vez se parecen más en sus prestaciones a los teléfonos móviles. Todo gracias a la nueva norma unificada europea conocida como DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunication). Con ellos su utilidad se extiende de los hogares a las empresas. Los nuevos terminales DECT de Samsung permiten una cobertura de hasta 300 metros, son ligeros (150 gramos) y permiten conectar varios inalámbricos a una sola terminal. Su precio es de 34.900 pesetas para el modelo 50/50 y de 32.900 para el 50/60. Para más información puede llamara al 901/10 10 30.



El ojo más grande del cosmos

Es europeo, se llama Very Large Telescope y estará terminado en el año 2000, aunque ya ha empezado a fotografiar las galaxias obteniendo unas imágenes extraordinarias. Es la última etapa de la conquista visual del universo, que comenzó hace 5000 años y pretende alcanzar los límites del espacio y del tiempo

Por Cristina Valsecchi

Cerro Paranal es una terraza de roca polvorienta situada a 2.600 metros por encima del nivel del mar en el desierto chileno de Atacama. El ambiente es seco, no se ve una sola nube durante 350 días al año y la ciudad más cercana, Antofagasta, se encuentra a 120 kilómetros. Es uno de los lugares más áridos e inhóspitos de la Tierra, pero gracias a sus especiales condiciones atmosféricas puede ofrecer un espectáculo excepcional por la noche: las estrellas se ven con nitidez, sin difuminar y sobre un fondo celeste completamente negro.

Esta es la razón por la que el European Southern Observatory (ESO), una organización internacional formada por Bélgica, Dinamarca, Francia, Italia, Alemania, Holanda, Suecia y Suiza, ha escogido Cerro Paranal para construir el telescopio más grande del mundo. Este instrumento lleva el significativo nombre de Very Large Telescope (telescopio muy grande) y está formado por cuatro espejos, cada uno de 8,2 metros de diámetro, que pueden trabajar independientemente o combinados, recogiendo la luz en un foco común. En el año 2000, cuando los cuatro elementos entren en funcionamiento, la potencia del telescopio será equivalente a la de un solo espejo de 16 metros de diámetro.

A modo de comparación, basta con pensar que el telescopio de Mauna Kea, en las islas Hawai, que en la actualidad es el mayor del mundo, tiene una apertura de 10 metros.

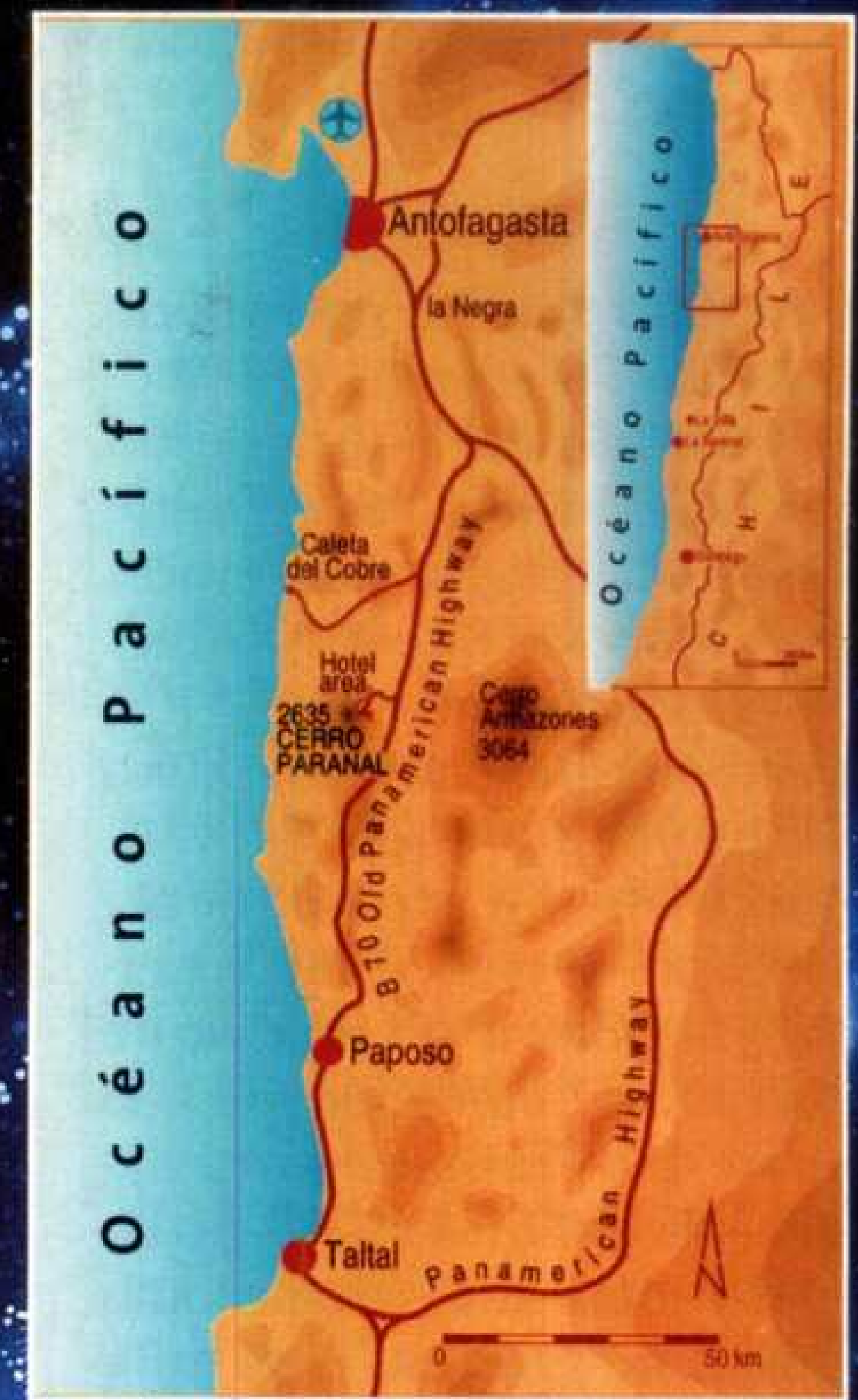
En la madrugada del 25 al 26 de mayo de este año se inauguró el primero de los cuatro instrumentos, el Unit Telescope I, que en pocas horas recogió imágenes increíbles de galaxias, masas estelares y cuerpos celestes situados a miles de años luz de la Tierra, probando su potencia y su alto nivel de resolución.

La apertura de un telescopio (el diámetro del espejo que recoge las radiaciones emitidas por las estrellas) determina su capacidad de penetración en el espacio y de mostrar objetos lejanos y poco luminosos. El Unit Telescope

continúa en pág. 78



DIEZ AÑOS DE TRABAJO. La construcción del observatorio empezó en 1991. Las excavadoras removieron más de 350.000 metros cúbicos de rocas y tierra de la cima de Cerro Paranal para formar una plataforma de 20.000 metros cuadrados. De los cuatro edificios cilíndricos que albergarán los telescopios, todavía queda uno en construcción. El instrumento inaugurado en mayo es la primera cúpula a la derecha.



DONDE EL CIELO ES SIEMPRE AZUL
Cerro Paranal, el lugar escogido por el European Southern Observatory para construir el telescopio, se encuentra a 2.632 metros sobre el nivel del mar, a 12 kilómetros de la costa, en el corazón del desierto chileno de Atacama. Se trata de una de las regiones más áridas del planeta: las montañas bloquean la humedad procedente del mar que no consigue alcanzar el interior. Las excepcionales condiciones atmosféricas de la zona garantizan 350 noches anuales de visibilidad para el telescopio.

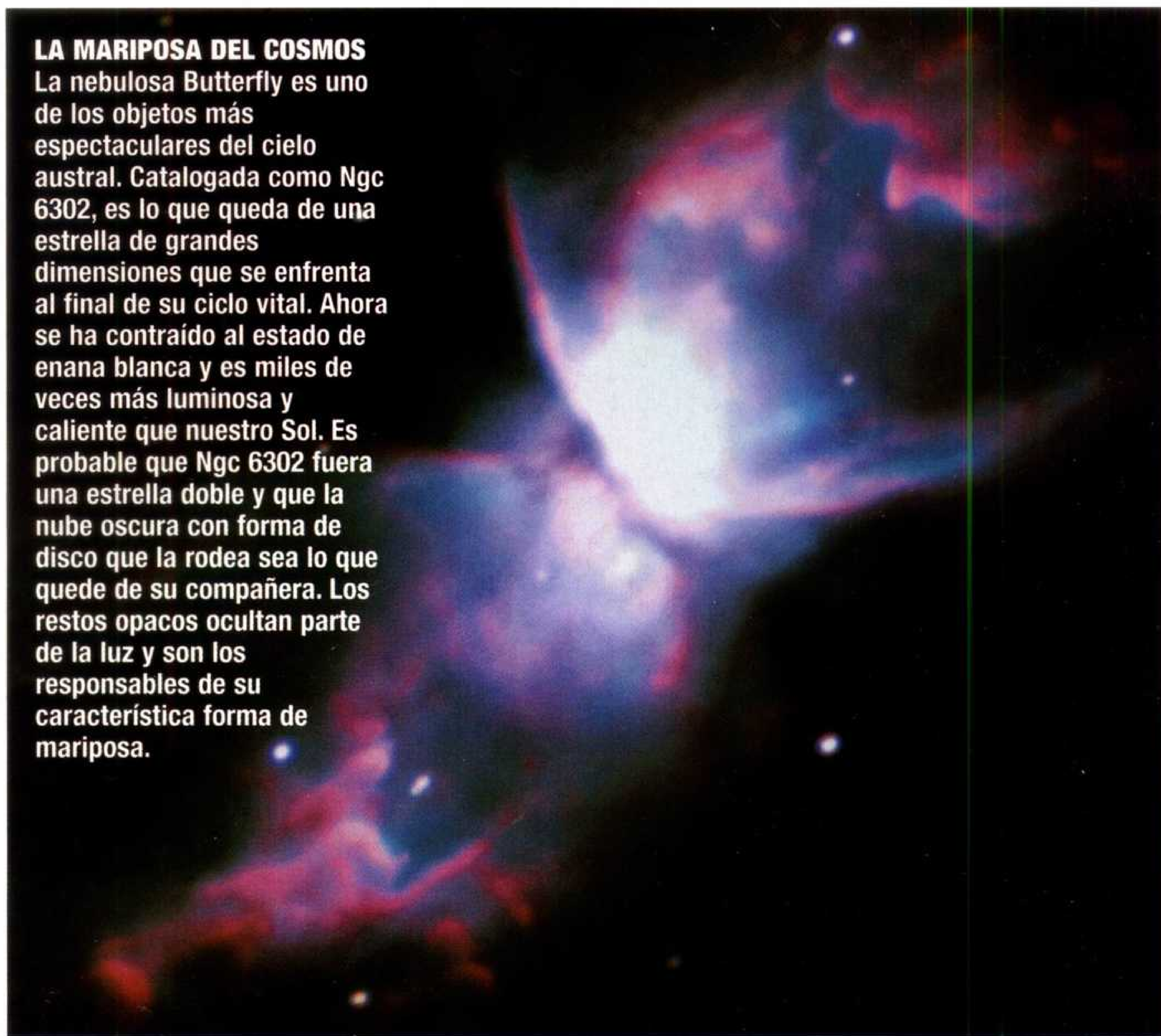
UNA CONQUISTA RECIENTE
Durante miles de años, el hombre ha escudriñado los misterios del cielo. Sin embargo, hace sólo 70 años que se descubrió que el universo está formado por galaxias (en la ilustración grande). En la actualidad, gracias a los nuevos telescopios, nuestros ojos pueden alcanzar los límites del universo

l es, con sus 8,2 metros de apertura, el segundo telescopio más potente del mundo en estos momentos. Puede fotografiar objetos 4.000 veces más borrosos que los visibles para el ojo humano.

Para conseguirlo utiliza la óptica activa, una tecnología vanguardista. Su espejo, de 22 toneladas de peso, es una superficie flexible de un espesor de sólo 11,7 centímetros, apoyada sobre 150 émbolos controlados por ordenador. El ordenador toma una estrella como punto de referencia y capta las posibles aberraciones (es decir, las distorsiones) de la imagen, debidas a perturbaciones atmosféricas, turbulencias causadas por el viento o el efecto de la gravedad en la estructura y las elimina, corrigiendo la forma del espejo mediante los émbolos.

El telescopio de Mauna Kea se basa en el mismo principio ya que el espejo está formado por 36 partes hexagonales móviles, cada una controlada por un émbolo, aunque la superficie flexible del Very Large Telescope proporciona imágenes mucho más nítidas.

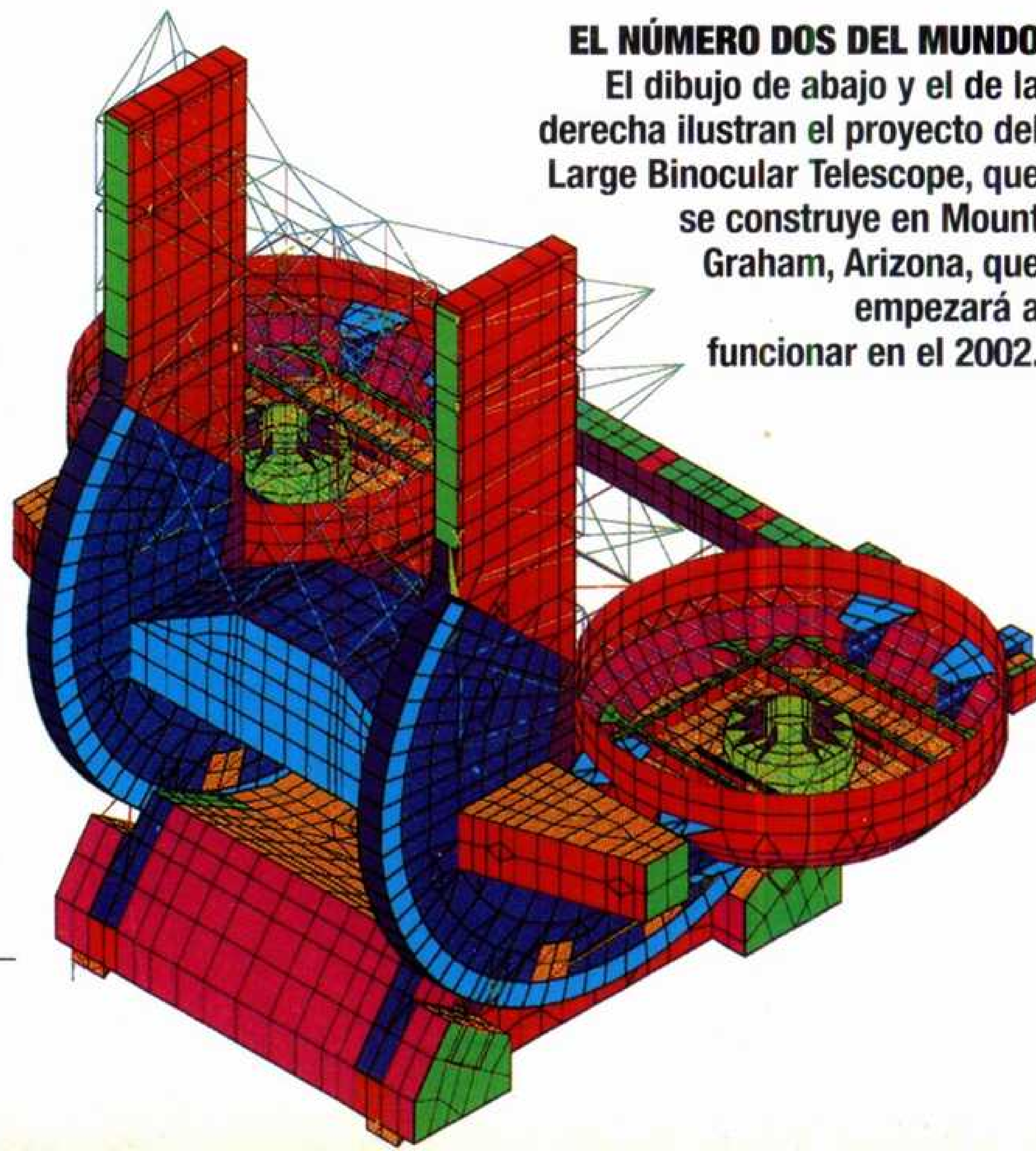
En 1991, cuando comenzaron las labores de construcción del VLT, se consiguió crear una plataforma en la cumbre de Cerro Paranal, con la ayuda de excavadoras y apisonadoras. Es muy importante que las corrientes de aire puedan fluir con libertad sobre la montaña, sin encontrar obstáculos, ya que de lo contrario podrían provocar turbulencias que disminuirían la calidad de las observaciones. Por esta razón, la mayoría de los laboratorios se hallan en el subsuelo y el edificio que alberga la sala de control se encuentra protegido por el escalón de roca de la plataforma. La parte superior la ocupan las cuatro cúpulas. La estructura móvil que sujeta el



LA MARIPOSA DEL COSMOS
La nebulosa Butterfly es uno de los objetos más espectaculares del cielo austral. Catalogada como Ngc 6302, es lo que queda de una estrella de grandes dimensiones que se enfrenta al final de su ciclo vital. Ahora se ha contraído al estado de enana blanca y es miles de veces más luminosa y caliente que nuestro Sol. Es probable que Ngc 6302 fuera una estrella doble y que la nube oscura con forma de disco que la rodea sea lo que quede de su compañera. Los restos opacos ocultan parte de la luz y son los responsables de su característica forma de mariposa.

Un binóculo para el año 2002

• **El Very Large Telescope** va a convertirse en el telescopio más grande jamás construido por el hombre, pero su radio de acción se limitará a los objetos visibles desde el hemisferio austral. Estados Unidos. en colaboración con Italia, está desarrollando un instrumento muy potente que se convertirá en el segundo telescopio más grande del mundo y que se dedicará a la observación del hemisferio norte de la esfera celeste. Se trata del Large Binocular Telescope, un binóculo gigantesco formado por dos espejos de 8,4 me-



EL NÚMERO DOS DEL MUNDO
El dibujo de abajo y el de la derecha ilustran el proyecto del Large Binocular Telescope, que se construye en Mount Graham, Arizona, que empezará a funcionar en el 2002.

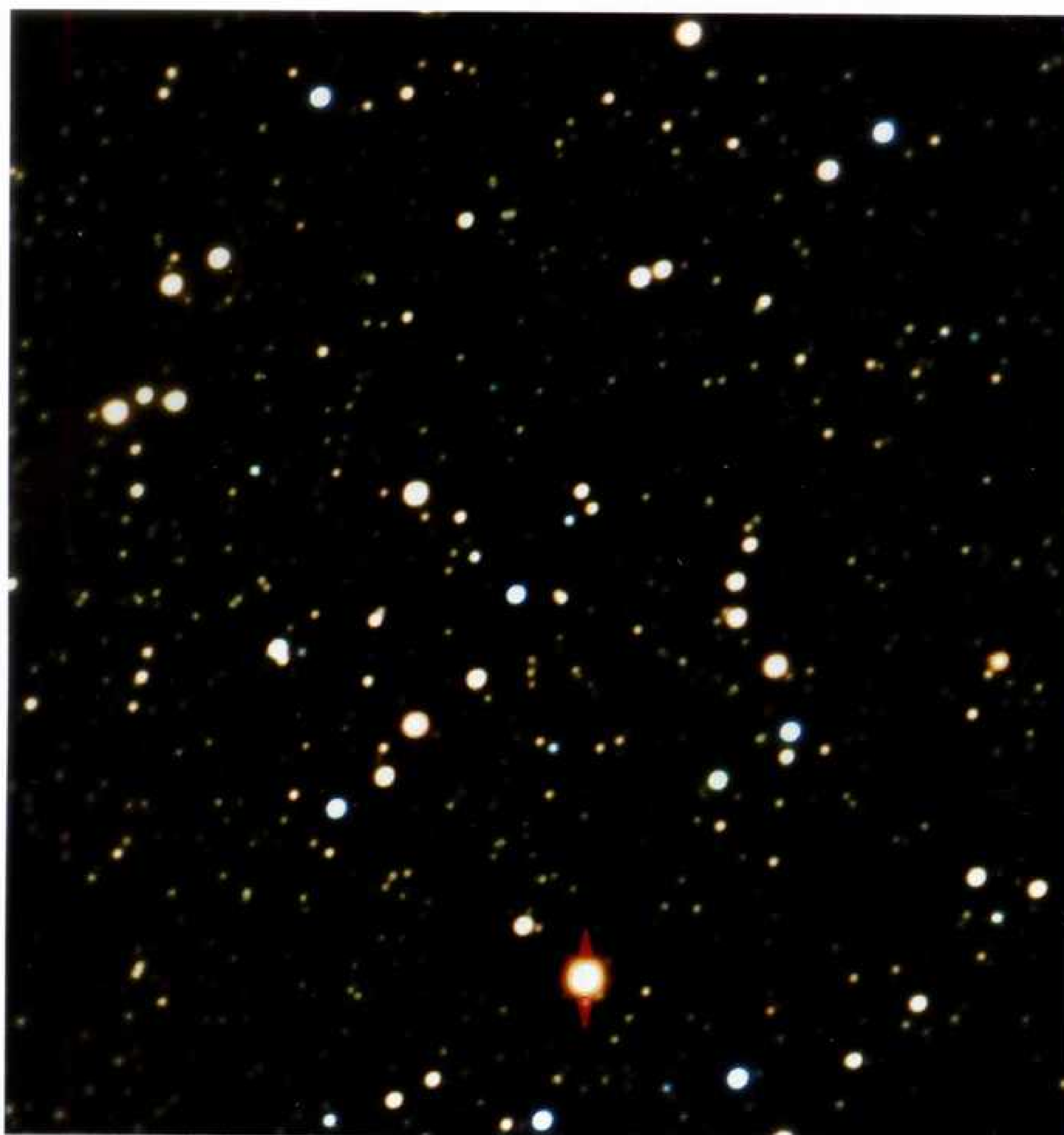
Unit Telescope I y permite su orientación, fue construida en Europa y transportada y montada en Chile. A principios de siglo, los telescopios más potentes tenían al menos dos metros de apertura. Los astrónomos pensaban que el universo se limitaba a nuestra galaxia. A mitad de los años 20, el norteamericano George Hale convenció a las autoridades para construir un telescopio de cinco metros en el monte Wilson, en California. Fue así como el hombre descubrió la existencia de otras galaxias.

El universo que conocemos hoy es 1.000 millones de veces más grande que la Vía Láctea. Las investigaciones en el campo de la astronomía están dominadas por los grandes telescopios estadounidenses. El objetivo del ESO es conseguir que Europa pueda competir con los Estados Unidos.

Los americanos son los responsables de la construcción del telescopio Hubble que, desde su posición privilegiada en órbita, no se ve afectado por las perturbaciones atmosféricas y recoge imágenes de la atmósfera de mejor calidad que las obtenidas con los instrumentos situados en tierra. Por ahora, su resolución es superior a la del Unit Telescope I, pero cuando los cuatro telescopios de Cerro Paranal trabajen juntos, la atmósfera ya no constituirá un límite para el VLT y la resolución del observatorio europeo será muy superior a la del Hubble.

El VLT actuará como un gigantesco interferómetro óptico: la luz del objetivo, recogida por cada uno de los espejos, confluirá en un foco común y los haces superpuestos formarán franjas de interferencia: bandas luminosas alternadas con bandas oscuras. Un ordenador registrará la medida de las franjas, que contiene información sobre las características del objeto observado. La operación se repetirá varias veces, con los telescopios situados en distintas posiciones. Finalmente, un programa informático muy sofisticado recons-

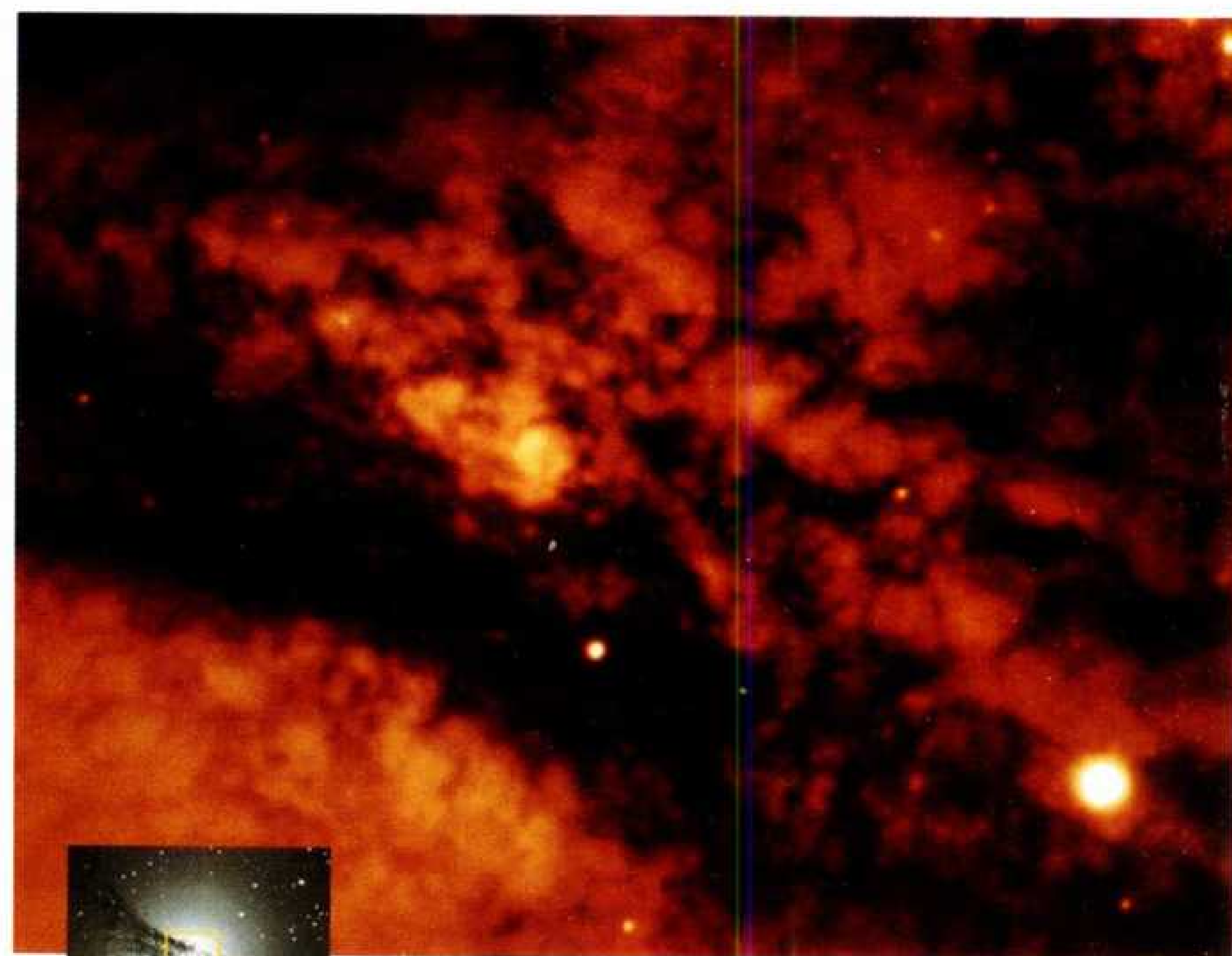
continúa en pág. 80 →



500 MILLONES DE ESTRELLAS. La masa globular Messier 4 cuenta con medio millar de estrellas, a una distancia de 6000 años luz de la Tierra. Se encuentra en la constelación de Escorpio, visible desde el hemisferio meridional de nuestro planeta. Existen cuatro masas de este tipo en la Vía Láctea, y Messier 4 es la más cercana. La fotografía es especialmente nítida: ningún otro telescopio de la Tierra es capaz de recoger imágenes de cuerpos tan lejanos con tanta resolución. Se obtuvo combinando tres filtros en la longitud de onda del azul, del verde y del rojo. Las estrellas azules son las más calientes (unos 10.000 grados), mientras que las rojas son las más frías, con una temperatura de unos 4.000 grados.



tros de diámetro, ensamblados, que empezará a funcionar en el 2002 en Mount Graham, Arizona. La potencia de captación de la luz será equivalente a la de un único espejo de un diámetro de 11,8 metros. La Universidad de Arizona está implicada en el desarrollo del proyecto, así como una sociedad investigadora norteamericana y el Observatorio Astrofísico de Arcetri en Italia. La construcción de la estructura del telescopio corre a cargo de un consorcio de industrias italianas, mientras que la Universidad de Arizona se encargará de los dos espejos parabólicos. El coste total del proyecto es de unos 10.000 millones de pesetas.



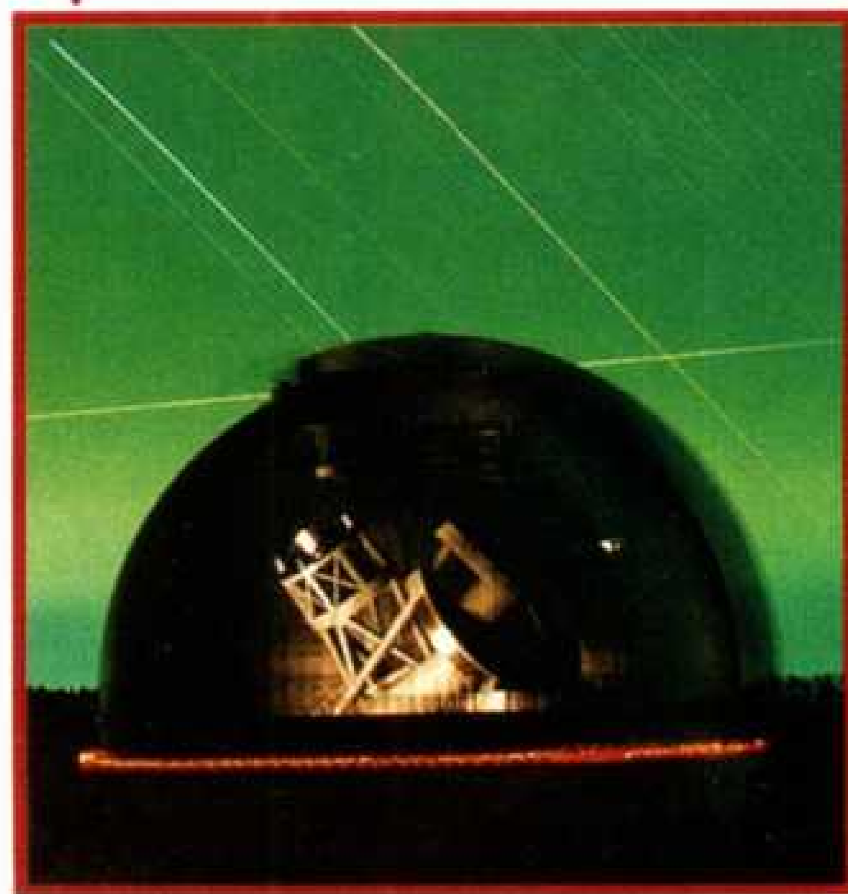
TRAS EL ENCUENTRO ESPACIAL. Centaurus A (clasificada como Ngc 5139) es una galaxia con forma de elipse que hace poco chocó con una galaxia enana rica en gas. La colisión provocó la formación de la nube de polvo oscuro que se ve en el centro de la fotografía. En los bordes de la nube el polvo se condensa y nacen nuevas estrellas.

EL UNIVERSO EN EL OBJETIVO
Entre los telescopios tradicionales de gran tamaño, el tipo Schmidt es uno de los más extendidos. No permite la observación directa, sino que imprime placas fotográficas. Está equipado con una lámina de vidrio que corrige las inevitables distorsiones de la imagen (aberraciones esféricas) del espejo principal.

Eje ecuatorial (orientado hacia las estrellas)
Lámina correctora
Obturador
Filtro
Luz
Dispositivo para la inclinación del eje ecuatorial
Dispositivo para la regulación focal
Dispositivo para la instalación de la placa fotográfica
Superficie de apoyo de la placa fotográfica
Montura
Espejo principal
Dispositivo para el soporte del espejo principal
Eje polar
Dispositivo para la inclinación del eje polar (paralelo al eje terrestre)

truirá la imagen del objetivo. Al trabajar como un interferómetro óptico, el VLT será capaz de distinguir dos puntos distantes entre sí 0,0005 segundos en la bóveda celeste: podría fotografiar a un hombre que caminara por la superficie de la Luna.
Bastará con unos meses de rodaje para poner a punto de forma definitiva los aparejos del Unit Telescope I. El instrumento estará a disposición de los investigadores del ESO desde el 1 de abril del año próximo.
«Hay muchas preguntas a la espera de una respuesta acerca del origen del universo y de su estructura actual», dice Franco Pacini, director del Observatorio Astronómico

CÓMO ES POR DENTRO
Sobre estas líneas, sección de un telescopio de tipo Schmidt de 150 cm de diámetro, similar al que se encuentra instalado en el Monte Palomar, en Estados Unidos (foto inferior).



Gigantes al servicio de la astronomía

• **El telescopio** espacial Hubble, a pesar de tener una apertura de apenas 2,4 metros, es el instrumento más potente del mundo, ya que orbita a 600 kilómetros de altura y no le afectan las perturbaciones atmosféricas. Su resolución también resulta excepcional: es capaz de distinguir objetos 50 veces más borrosos que los observables desde la Tierra. Fue lanzado en 1990 y está controlado por la NASA y la Agencia Espacial Europea.
El liderazgo del telescopio terrestre más grande del mundo corresponde al Keck 1, instalado a 4.000 metros de altura sobre el Mauna Kea, un volcán inactivo de las islas Hawai. Tiene un espejo de 10 metros de apertura, formado por 36 segmentos hexagonales móviles, cada uno de un diámetro de 1,8 metros. Un ordenador los orienta mediante un sistema de pistones, que corrige las posibles

de Arceti. «Esperemos que el Very Large Telescope nos ayude a aclarar algunas cuestiones pendientes. Por ejemplo ¿cómo se formaron las galaxias? ¿qué es lo que llevó a la materia, distribuida de forma homogénea poco después del *Big-Bang*, a condensarse y formar estructuras de grandes dimensiones? En el interior de algunos núcleos galácticos se han localizado agujeros negros miles de veces más macizos que el Sol, aunque todavía no sabemos si ésta es una característica común entre todas las galaxias, si el agujero negro es una especie de semilla originaria de la estructura, o si representa la culminación de su proceso de formación. También está la cuestión de los planetas extrasolares. Es difícil verlos directamente, ya que están muy cercanos a un cuerpo luminoso. Con el VLT podremos, por fin, observar la mayoría de los planetas extrasolares descubiertos hasta ahora y estudiarlos para entender cuáles de ellos ofrecen las condiciones para albergar otras formas de vida».

FUGAS DE GAS A 1.000 KILÓMETROS AL SEGUNDO. Una impresionante imagen de Eta Carinae, una de las estrellas con mayor masa de la Vía Láctea, equivalente a 100 veces la del Sol. Dista 7.500 años luz de la Tierra. Las estrellas de este tipo queman a gran velocidad sus reservas de hidrógeno y están condenadas a explotar como supernovas. Eta Carinae ha entrado en la última fase de su existencia. En 1841, expulsó al espacio una gran cantidad de gas y se volvió un millón de veces más brillante que el Sol, pero hoy no puede observarse a simple vista. Los astrónomos prevén que explotará dentro de varios miles de años. Los recuadros muestran chorros de gas lanzados al espacio a más de 1.000 kilómetros por segundo.

distorsiones ópticas. El Keck 1 empezó a funcionar en 1993 y está dirigido por la NASA, el California Institute of Technology y la Universidad de California. Tras el telescopio de Mauna Kea y el recién inaugurado Unit Telescope 1, en Cerro Paranal, se haya el Bolshoi Teleskop Azimutalnyi, que se encuentra en Zelenciukskaja, en el Cáucaso, y está equipado con un espejo de seis metros de diámetro. A continuación está el telescopio Hale de Mount Wilson, en California, a 1.706 metros sobre el nivel del mar. Su espejo es un disco de cinco metros de diámetro. Se trata del primer telescopio gigante de la historia, ideado a mitad de los años 20 por el astrónomo George



Arriba, el telescopio espacial Hubble, que proporciona las imágenes más nítidas al trabajar en ausencia de la atmósfera. Abajo, el Keck 1 instalado en el volcán Mauna Kea, en las islas Hawaii.



Hale. Además del Very Large Telescope, existen varios proyectos en proceso de desarrollo. Hacia el 2000 se prevé la construcción de Géminis, pareja de telescopios de ocho metros de diámetro. Uno de ellos, instalado en Mauna Kea, estudiará el cielo visible desde el hemisferio septentrional, mientras que el otro estará activo en el hemisferio meridional, en Cerro Pachón, en Chile. En este proyecto participan los Estados Unidos, Gran Bretaña, Canadá, Chile, Australia, Argentina y Brasil. Mientras los EEUU han iniciado, en colaboración con Italia, la construcción del Large Binocular Telescope en Mount Graham, Arizona.

5000 años con la mirada en el cielo

3000 a.C. (aproximadamente.). El hombre identifica las primeras constelaciones.
1500 a.C. Primeras representaciones de estrellas y constelaciones en tumbas egip-



La constelación de Escorpio grabada en una piedra babilónica del siglo XII a.C.

cias. Citas en textos sumerios de los nombres de las constelaciones de Tauro, Leo y Escorpio.
1500-1000 a.C. Un mapa realizado por los chinos en un caparazón de tortuga, durante la dinastía Shang (1500-1050 a.C.) es el mapa celeste más antiguo llegado hasta nuestros días. Representa varias decenas de estrellas entre las que se halla la 'de fuego' (Antares, constelación de Escorpio) y la 'pájaro' (Solitario, constelación de Hidra).
600 a.C. (aprox.). El filósofo griego Tales de Mileto confecciona el primer globo celeste, desaparecido por desgracia.
250 a.C. (aprox.). El poeta griego Arato elabora un catálogo de 43 constelaciones y cinco estrellas en su obra Fenómenos.
129 a.C. El astrónomo griego Hiparco recopila, en el mayor catálogo estelar de la antigüedad, 850 estrellas, todas las conocidas en aquella época.
Siglo II d.C. El astrónomo Claudio Tolomeo enumera 78 constelaciones y 1.022 estrellas en su Almagesto (la gran recopilación). Especifica el grado de luminosidad (la magnitud) y las coordenadas celestes de cada estrella.
632 d.C. En Kypngju, en la actual Corea del Sur, se construye el observatorio astronómico más antiguo, cuyos restos han llegado hasta nuestros días.
Siglo IX d.C. En el mundo árabe aparecen los primeros planisferios del cielo, es decir, las representaciones planas de la bóveda celeste.
1515. Primeros mapas impresos del cielo, a partir de grabados de Alberto Durero.

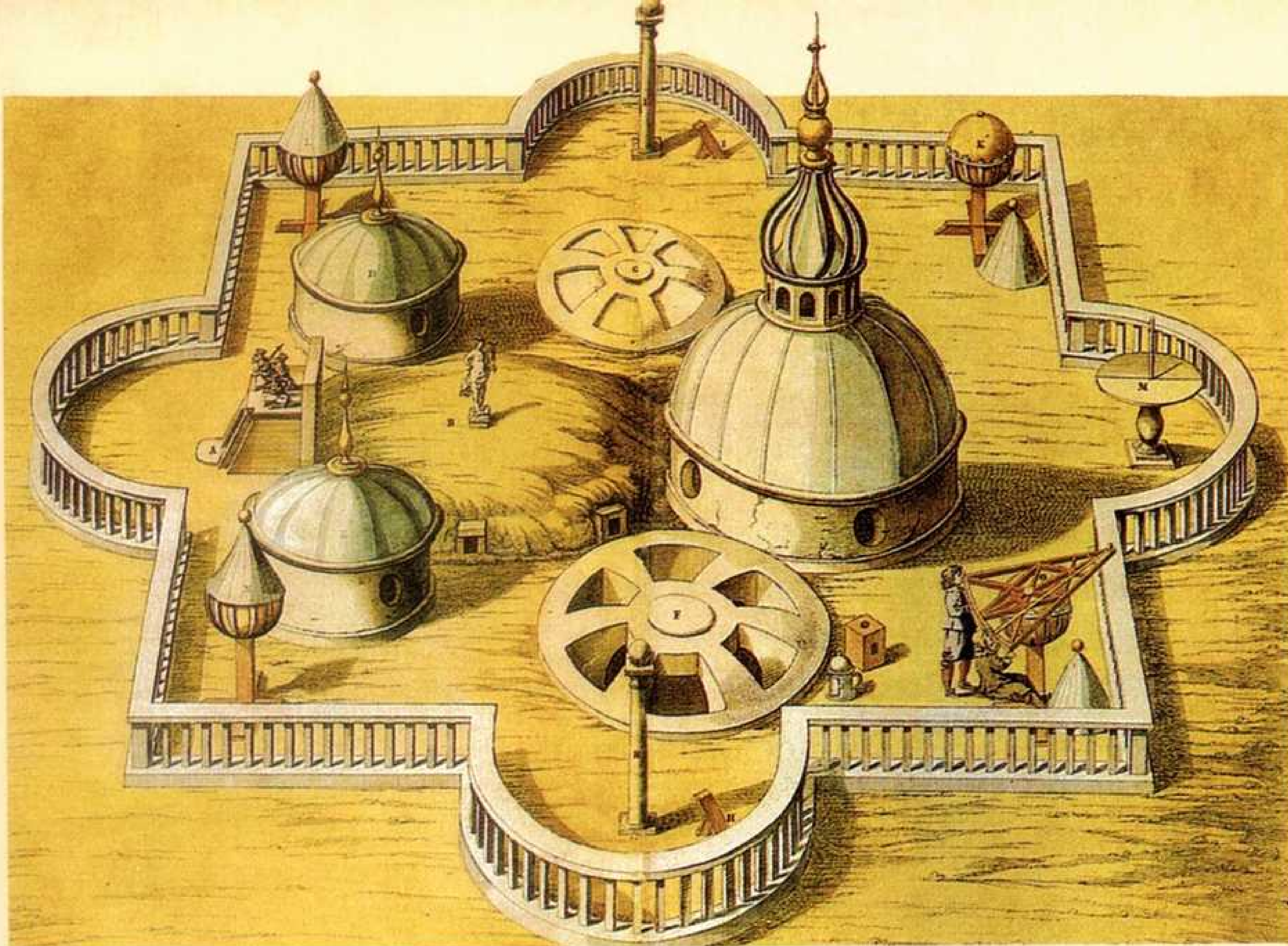


Sobre estas líneas, un grabado extraído del Atlas Coelestis de A. Cellarius, un texto sobre astronomía de 1660: desde la revolución copernicana, el Sol se representa en el centro del universo.



El sistema tolemaico, con la Tierra en el centro del universo, duró desde el siglo II a.C. hasta el siglo XVI. Sobre estas líneas, el Sol y las constelaciones del zodiaco en un texto de Claudio Tolomeo.

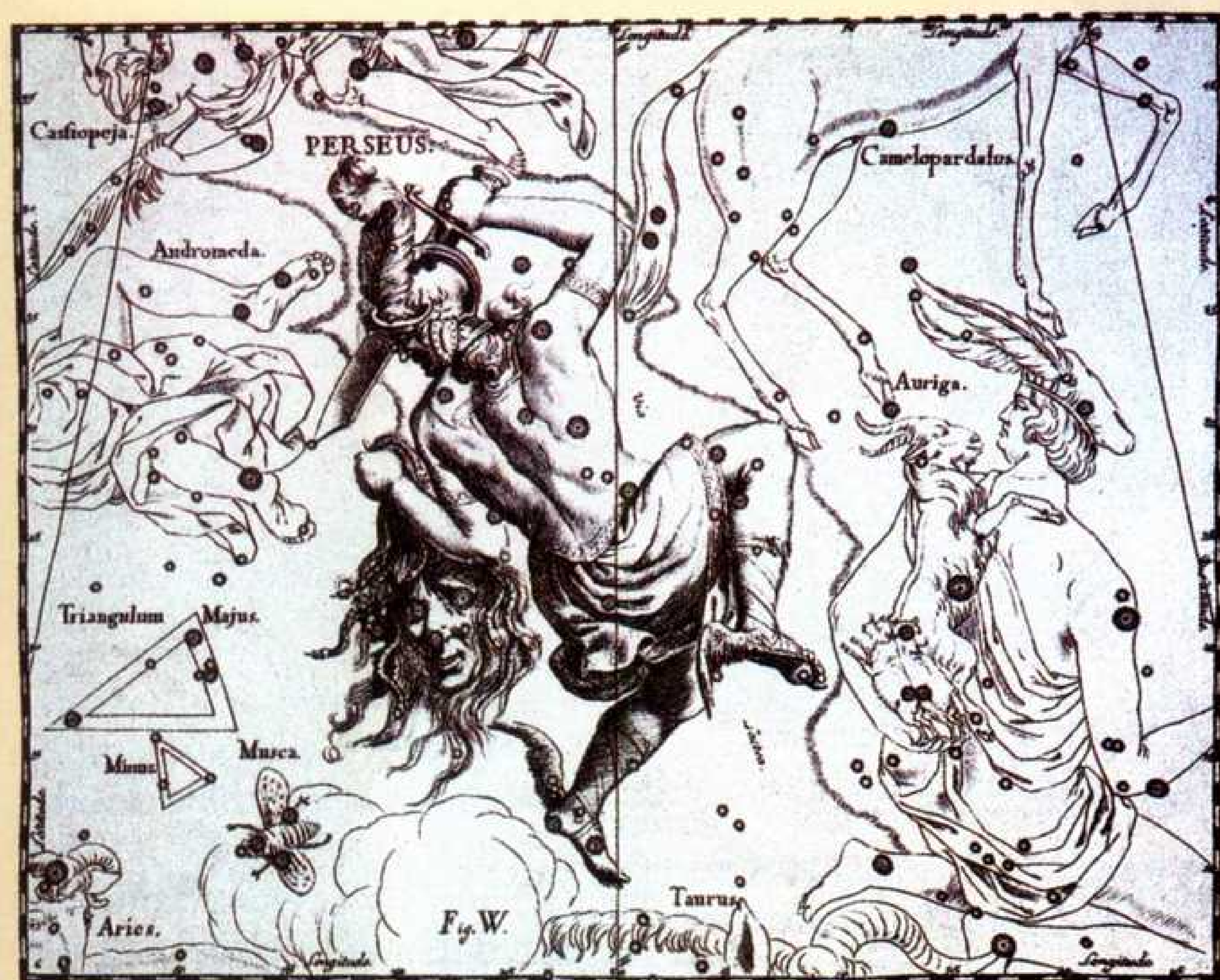
1543. Se publica *De revolutionibus orbium coelestium*, de Nicolás Copérnico, con su revolucionaria teoría heliocéntrica que sitúa al Sol, y no a la Tierra, en el centro del universo.
1576. En su observatorio del castillo de Uraniborg, en Hveen, Dinamarca, Tycho Brahe redacta el catálogo estelar más detallado de la era pretelescópica.
1595. El holandés Pieter Keysser realiza la primera descripción de constelaciones visibles desde el hemisferio sur. Las 48 constelaciones clasificadas hasta ese momento pasan a ser 60.
1603. El astrónomo alemán Johann Bayer publica el catálogo estelar más completo de la época, la Uranometría. Por primera vez, las estrellas de las constelaciones están cla-





A la izquierda, el observatorio construido por Tycho Brahe; arriba, el telescopio de 120 cm de Wilhelm Herschel (1789).

sificadas por orden de luminosidad según las letras del alfabeto griego (a, b, c, etc.).
1610. Galileo Galilei inaugura la astronomía telescópica, gracias al uso del catalejo que había perfeccionado. Por primera vez es posible escrutar el universo más allá de los límites del ojo humano.
1668. El científico inglés Isaac Newton inventa el telescopio reflector, que se distingue del catalejo perfeccionado por Galileo (telescopio refractor) en que los rayos de luz focalizan lateralmente en el eje del instrumento.
1687. El astrónomo alemán Johannes Hevelius, en su Uranografía, representa 1.553 estrellas en 56 mapas.
1753. Se inaugura el Real Observatorio de Cádiz, el más antiguo de España. En 1798 se trasladó a la Isla de León, actual San Fernando.
1789. El astrónomo alemán Wilhelm Herschel acaba de construir su enorme telescopio reflector con un espejo de 124,5 cm y una distancia focal de 12,2 metros. Con este telescopio, el mayor construido hasta entonces, Herschel desarrolla el primer modelo de la Vía Láctea, nuestra galaxia.
1845. El astrónomo inglés Lord Rosse, con su telescopio reflector de 182,9 cm, descubre las galaxias en forma de espiral.
1850. En el observatorio norteamericano de Harvard se toma la primera fotografía de una estrella (Vega). Nace la astronomía fotográfica.
1923. El astrónomo americano Edwin Powell Hubble demuestra que las galaxias son sistemas independientes y no forman parte de la Vía Láctea.
1931. El ingeniero americano Karl Jansky descubre la emisión de ondas de radio procedentes del espacio. Este hallazgo supone el nacimiento de la radioastronomía.
1965. Los norteamericanos Arno Penzias y Robert Wilson descubren la 'radiación fósil' del universo: el eco, que llega hasta nosotros, del residuo de la explosión del *Big-Bang*.
1990. Lanzamiento del telescopio espacial Hubble, que permite observar estrellas 50 veces más débiles que las vistas hasta ahora.



Sobre estas líneas, la constelación de Perseo en la Uranografía, el texto de 1687 en el que Johannes Hevelius representó 1.553 estrellas. A la derecha, un radiotelescopio moderno.



A NUESTRO ALREDEDOR se produce toda una serie de fenómenos físicos y químicos. *Newton* quiere explicar, con ayuda de la ciencia, los porqués de la vida cotidiana, proponiendo, además, experimentos sencillos.

La magia de la apariencia

▶ Las llamadas fuerzas aparentes, que sólo actúan en sistemas sujetos a aceleración, explican un gran número de pequeños fenómenos cotidianos, pero también inciden en la mecánica de los grandes astros

POR ANDREA FROVA

Los astronautas que viajan en naves espaciales operan en ausencia de peso, como se explicaba en un capítulo anterior de esta sección, que retrataba el lanzamiento de un satélite (*Newton*, nº 3). La razón es que la órbita del satélite es justamente la trayectoria donde la fuerza gravitatoria y la fuerza centrífuga se equilibran.

Sin embargo, la fuerza centrífuga es una fuerza aparente, es decir, se manifiesta solamente si se trata de un sistema sujeto a aceleración, lo que se llama un sistema no inercial. Esta fuerza actúa en sentido contrario a la aceleración. Juzgado desde un sistema inercial, por ejemplo las estrellas fijas, el movimiento de los satélites está caracterizado por una sola fuerza agente, la fuerza gravitacional, y por la aceleración centrípeta, ligada a ella por la ley de Newton (F=ma.). Para explicar la supuesta ausencia de peso a bordo del satélite, el observador de los astronautas ha de colocarse en su mismo sistema.

▶ Fuerza centrífuga y peso

Si se toma como referencia el sistema de un satélite (no inercial), en la ecuación de Newton la aceleración es cero; en compensación se debe introducir, junto a la fuerza peso, la fuerza centrífuga (F+ Fc = 0). Pero, ya que justamente Fc = -ma, se llega al mismo resultado que al principio. Todo encaja con el principio de equivalencia de Einstein, por el cual las fuerzas gravitacionales son análogas a fuerzas aparentes. Lo demuestra el ejemplo de un hombre que, en el interior de un ascensor en caída libre (figura 1), deja caer una esfera por su propio peso, y ve como permanece suspendida en medio del aire. Aunque denominadas aparentes, las fuerzas que se advierten en un sistema en aceleración están presentes y actúan; basta imaginar el empuje contra el respaldo del asiento en un avión cuando despega, los objetos que vuelan dentro de un vehículo cuando éste frena bruscamente, la propensión a inclinarse cuando un coche toma una curva o el líquido que no se cae del cubo cuando lo hacemos girar en un plano vertical. Las fuerzas aparentes son la causa de una vasta gama de fenómenos que forman parte de la experiencia diaria. Estos son ejemplos, siempre considerados desde el punto de vista de un sujeto que está dentro del sistema en aceleración.

Cualquier sistema en rotación obliga a quien se encuentra en él a soportar la acción de una fuerza centrífuga. Por ejemplo, el movimiento de rotación de la Tierra sobre su eje, unido a los movimientos de traslación de ésta en torno al Sol y de la Luna alrededor de la Tierra (ambos caracterizados por aceleraciones centrípetas), nos somete a la correspondiente variedad de fuerzas centrífugas. El resultado: el peso es diferente según el punto de la Tierra donde se mida, como es diferente de día y de noche. La fuerza centrífuga asociada a la rotación de la Tierra empuja a seres y objetos hacia arriba, es decir, los hace más ligeros. El efecto alcanza su punto máximo en el Ecuador, pues es la zona más alejada del eje de rotación, donde el giro de oeste a este alcanza la máxima velocidad. Sin embargo, este efecto es nulo en los polos, donde, además, el achatamiento del globo terrestre, provoca, incluso, que el peso aumente. El efecto es comprobable: una persona de 70 kilos (en tierra firme) pesa 69,76 kilos en el ecuador, y 70,14 en los polos.



EL PRINCIPIO DE EQUIVALENCIA. El ejemplo del ascensor demuestra la equivalencia entre el campo gravitatorio y el que crean las fuerzas aparentes, formulada por Einstein en la Relatividad General.

▶ Mareas: la Luna no basta

Las fuerzas agentes en el sistema en movimiento Tierra-Luna hacen que el peso disminuya cuando se calcula en perpendicular bajo la Luna, pero también en las antípodas de este punto. El efecto es menor que el anterior, pero basta para generar las mareas. En ciertos lugares de la Tierra, como en Mont St. Michel (Normandía), o en la bahía de Fundy (Canadá), muestran amplitudes de entre 12 y 15 metros. Si se tuviese en cuenta solamente la atracción que ejerce la Luna, ignorando la fuerza centrífuga, se podría explicar sólo un máximo –el que se encuentra bajo la Luna–, que se produciría en intervalos de 24 horas y 50 minutos, es decir, el tiempo que emplea el satélite en regresar a un mismo lugar. Por el contrario, los máximos, precisamente porque también tienen lugar en las antípodas, tienen un periodo de 12 horas y 25 minutos, exactamente la mitad. Un misterio que ha permanecido sin resolver durante mucho tiempo, y que Galileo no supo interpretar. La explicación radica en la fuerza centrífuga.

El ojo de Galileo

FENÓMENOS DE CIENCIA COTIDIANA

LA LUNA NO ES LA ÚNICA RESPONSABLE de las mareas: en su ayuda acude la fuerza centrífuga, una de las denominadas fuerzas aparentes, que se ha convertido en un importante instrumento para la ciencia.



CUANDO EL OCÉANO SE ELEVA. **La marea alcanza su máxima altura en el punto que se encuentra bajo la Luna y en sus antípodas. La gravedad y la fuerza centrífuga dominan, en cada caso, al océano.**

La Tierra y la Luna se mueven girando como una manija en torno a un centro de gravedad (baricentro) común. Ya que la relación entre sus masas alcanza un valor de 50 aproximadamente, la Tierra (mejor dicho, su punto central) efectúa una órbita con un diámetro mucho menor que el de la realizada por la Luna.

Esta órbita es el punto donde la fuerza gravitatoria provocada por la Luna y la fuerza centrífuga se equilibran. Si esto es cierto para el centro de la Tierra, no podrá serlo para los puntos de su superficie, que mantienen diferentes distancias respecto a la Luna. En el punto más cercano al satélite, la atracción lunar domina sobre la fuerza centrífuga, y las aguas tienen la máxima tendencia a acercarse a la Luna. Sucede lo contrario en las antípodas: las aguas se alejan del satélite. Esto da lugar en ambos casos a flujos o mareas altas (figura 2).

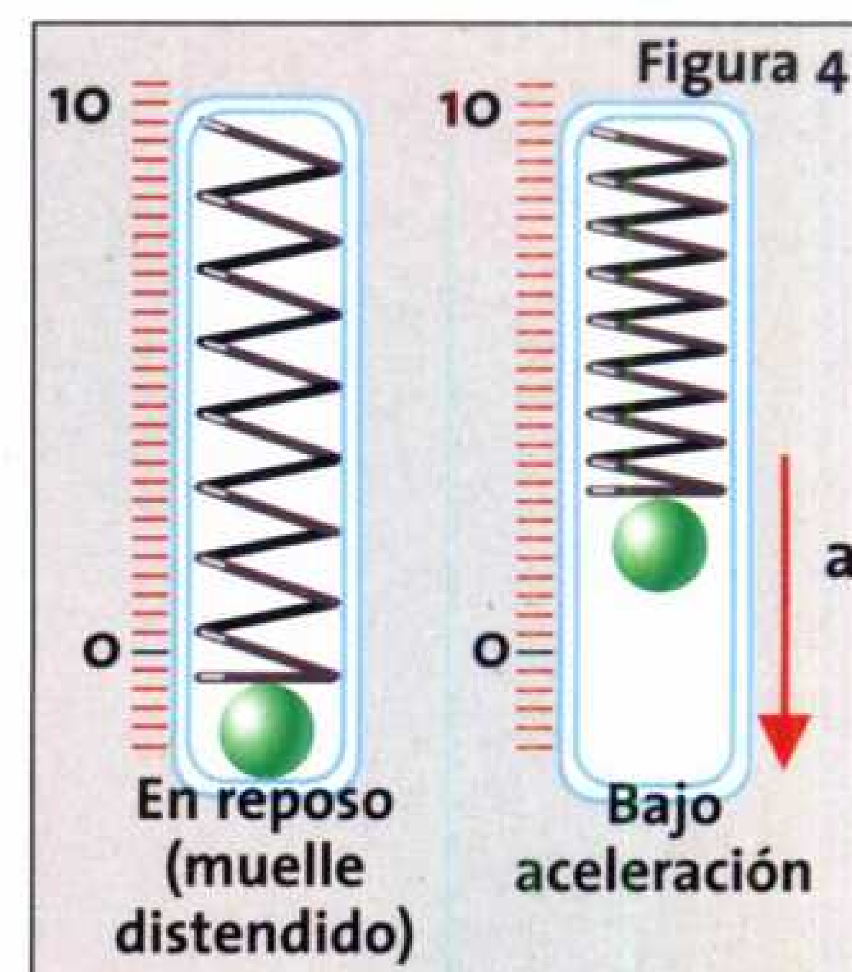
La forma de las galaxias

Otro efecto ligado a la acción de la fuerza centrífuga es el aplanamiento de las galaxias sobre un plano normal a su eje de rotación. Las estrellas que constituyen las galaxias se mantienen agrupadas por las recíprocas fuerzas gravitatorias, pero en los puntos más alejados del eje de rotación, la fuerza centrífuga es más potente. Se tiene de este modo un efecto de contracción a lo largo del eje hasta formar una especie de disco (figura 3).

Un mecanismo similar se utiliza para la deposición de finos y homogéneos estratos de resina protectora sobre una base de datos, como puede ser un disco de silicio (*Wafer*) en la tecnología de los circuitos integrados. Se deposita una gota de resina en el centro del disco, al que se hace girar a alta velocidad, de manera que la resina se extienda hasta el borde. Cuando la resina se seca, el *Wafer* está listo para ser introducido en los procesos de litografía final que llevan a los microcircuitos lógicos de memoria. El mecanismo de centrifugación tiene una enorme gama de usos en la industria y en la ciencia.

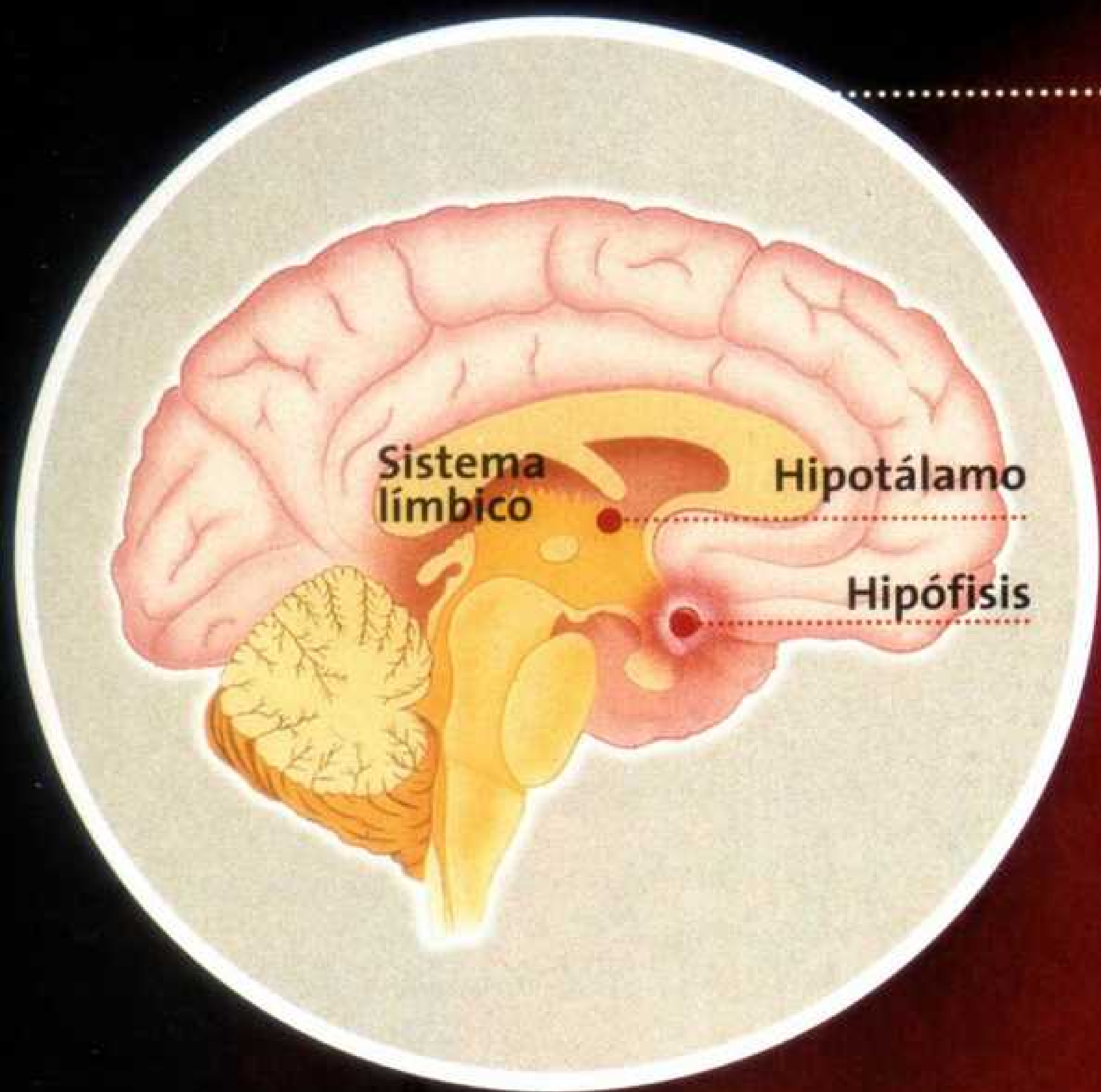
¿Cómo se puede calcular la fuerza centrífuga en los numerosos casos en que ésta afecta a la vida diaria? Esta fuerza interviene en la aceleración de un automóvil, de una moto, de un avión y de un vehículo cualquiera cuando toma una curva a mucha velocidad, en un tiovivo, en la montaña rusa, e incluso en los vertiginosos giros de un vals.

Es fácil construir un medidor y calcularla en los fenómenos cotidianos. Se trata de un sencillo dinamómetro, del tipo conocido como acelerómetro, ya que puede también servir como sensor de aceleración. Para su construcción nos basta con disponer de un cilindro transparente (*plexiglaá*) cerrado en los extremos, que contenga en su interior un muelle y una esfera de acero. Antes, es necesario realizar una escala calibrada, comprimiendo el muelle con pesos exactos, y anotando los acortamientos. Un muelle muy flojo será útil para pequeñas aceleraciones; para las grandes es necesario uno más rígido. Se considera que la aceleración media de un vehículo que pase de 0 a 100 Km./h (27,7 m/s) en 8,5 segundos vale a= v / t = 3,27 m/s², es decir, un tercio de la fuerza de la gravedad, que es de 9,81 m/s². Esta da lugar por tanto a una fuerza aparente (media) sobre la esfera igual a un tercio de su peso. Si queremos averiguar la aceleración, basta dividir la fuerza medida entre la masa de la esfera (a= Fc / m). La fuerza centrífuga sobre un cuerpo se obtiene multiplicando esta aceleración por las respectivas masas.





EL DISCO DE LA VÍA LACTEA. **En esta fotografía, realizada con infrarrojos por el satélite Cobe, se observa cómo la galaxia se aplana en la perpendicular a su eje de rotación a causa de la fuerza centrífuga. Sin embargo, vista desde arriba, tendría forma de espiral.**


Sistema límbico
Hipotálamo
Hipófisis

Curar con la mente

▸ No es un rito mágico. La hipnosis explora el poder de la mente sobre el cuerpo y, además, resulta una terapia eficaz contra las cefaleas, las enfermedades psicosomáticas y los problemas emotivos

POR FRANCESCA CAPELLI

DESDE LAS PROFUNDIDADES
La hipnosis envuelve a la mente lógica y *habla* directamente con la mente intuitiva y creativa. Bajo los efectos de las sugestiones hipnóticas, el hipotálamo, convierte los impulsos eléctricos, enviados por las células nerviosas, en estímulos hormonales, transmitidos a través de la hipófisis. Después, los mensajes hormonales son enviados a todos los órganos del cuerpo.



Tras años de oscuridad, en los que ha estado paseándose por películas y sobreviviendo gracias a la tele, la hipnosis vuelve a escena con fuerzas renovadas.

Eficaz en el tratamiento de problemas psicológicos, de probada competencia como ayuda durante el parto y muy útil para deshacerse de los molestos dolores de cabeza y las jaquecas, cada vez son más los médicos que apuestan por el uso adecuado de esta disciplina.

Los miedos surgen cuando se identifica a la que normalmente realizan los aficionados con la verdaderamente científica.

Pero, ¿qué es la hipnosis clínica?, ¿cómo, cuándo y quién debe aplicarla?, y, mejor aún, ¿es todo el mundo susceptible de ser hipnotizado?

A pesar de la definición que de ella ofrece el diccionario: «estado de sueño artificial, realizado mediante el influjo personal o bien utilizando los aparatos adecuados (el famoso péndulo o el típico reloj)», detrás de la hipnosis se esconden otros muchos aspectos. Considerada como una forma de focalización de la atención, hace al individuo abstraerse de la realidad que le rodea y trasladarse a una situación o hecho determinado, momento en el que comienza su función terapéutica.

El mayor inconveniente se presenta cuando se practica como un juego, un rito mágico supersticioso o bien se emplea como espectáculo simplemente para entretener a una determinada audiencia, ya que no todo el mundo puede ser hipnotizado. Aunque se sabe que la hipnosis no produce locura, si puede desencadenarla si ésta ya está latente dentro de la persona. Por eso, los que padecen cualquier tipo de trastorno psicótico, los epilépticos o aquellos que son muy inestables, emocionalmente hablando, no deberían ser sometidos a este tipo de terapia. Por no hablar de aquél que sufriendo algún daño de carácter orgánico (por ejemplo.: desviación de columna) se pone en manos de un hipnotizador que, después de lle-

continúa en pág. 90 →



SE ACABÓ EL MIEDO AL DENTISTA
Durante las intervenciones quirúrgicas, la hipnosis puede ayudar al paciente a relajarse, distrayéndolo de los elementos que le crean ansiedad, como el torno o las jeringuillas. Además, el dentista hace mejor su trabajo.

varle a un estado de rigidez cataléptica, lo sitúa entre dos sillas y se sienta encima, pudiendo provocarle serias lesiones.
En su aplicación clínica debe ser siempre el psicoterapeuta el que decida con quién, cómo y hasta qué punto se deben aplicar estos conocimientos y cuándo la enfermedad a tratar es competencia de otros especialistas.

Piel, dieta y ansiedad

Aunque hace años era frecuentemente utilizada en los quirófanos, ahora no lo es tanto dado el alto nivel de seguridad que ofrecen las anestesias. A no ser que el paciente sea alérgico a determinadas sustancias, caso para los que la hipnosis o la autohipnosis siguen siendo de gran utilidad. Por otra parte, sí se pueden emplear en la fase de preparación de una intervención quirúrgica, porque el proceso postoperatorio es mucho más rápido. Además, la terapia hipnótica está también indicada para las enfermedades dermatológicas, los desórdenes alimenticios y el control de la ansiedad o el miedo. Proble-

Cómo conocer los canales del éxito

• **La programación neurolingüística** (PNL), una ciencia nacida en los años 70 en Estados Unidos, estudia los mecanismos de percepción de la realidad, es decir, la utilización preferencial de los cinco sentidos que están en la base del comportamiento y la experiencia. Esta disciplina considera al hombre como un sistema cibernético, lo que significa que todo lo que sucede en cualquier parte de su organismo repercute en las demás.
De esta forma se analizan los estímulos que entran en el sistema, los llamados *input*: imágenes, sonidos, colores, sensaciones y olores. Informaciones, todas ellas, filtradas por el sistema nervioso central, que es igual en todos los seres humanos. Lo que cambia es la forma de elaborarlas y organizarlas, siguiendo un sistema de representación único en cada individuo, que da como resultado el comportamiento y la calidad de las relaciones. Se trata, en definitiva, de descubrir la estrategia de la mente inconsciente, para después poder influir sobre dichos mecanismos. A diversos niveles, el médico y el psicólogo utilizan la PNL para llegar directamente al inconsciente del paciente y hacer más eficaces las sugestiones terapeúticas.
Lo mismo puede hacer el estudiante para mejorar el rendimiento escolar. O el que tenga que hablar en público para conseguir un auditorio atento o bien dispuesto. Y todo para crear relaciones humanas agradables y constructivas. La PNL parte de los «canales» a través de los cuales se entra en contacto con la realidad: el canal visual, el auditivo y el kinestésico (basado en las sensaciones táctiles y olfativas).
En cada persona prevalece uno de estos canales y su correspondiente sistema de



VISUALES, AUDITIVOS Y KINESTÉSICOS
Conocer el canal preferencial de aprendizaje, es decir, qué sentidos se deben utilizar, permite estudiar con menos fatiga y mejorar la calidad de las relaciones.

mas que los hipnotizadores curan remitiéndose a las teorías de Milton Erickson (1901-1980), un psiquiatra y psicólogo americano que dio del inconsciente una interpretación opuesta a la de Sigmund Freud (1865-1939), el padre del psicoanálisis. Según este último, el inconsciente es el lugar de los conflictos no resueltos. En cambio, para Erickson, es el ámbito donde crecen y se alimentan los recursos de cada persona. Las vivencias que el individuo ha ido acumulando a lo largo de su existencia, sobre todo en los primeros años de la infancia, son almacenadas en los circuitos de la memoria de donde supuestamente pueden ser recuperadas en momentos y en contextos diferentes. Pero los trastornos se desatan cuando no se consigue acceder a estos recursos y la diferencia entre lo que se es y lo que se podría ser provoca malestar o se expresa con síntomas psicoanalíticos.

Pero no hay que preocuparse. En la visión de Erickson existen varios niveles de conciencia, integrados o desintegrados entre sí, donde están depositadas las modalidades de funcionamiento de la psique. Y estos mecanismos se activan y utilizan por medio de la terapia hipnótica. Un fenómeno que llega a producirse de forma espontánea y que todo el mundo puede experimentar. Por ejemplo, cuando alguien está tan concentrado sobre algo que se olvida del ambiente que le rodea y pierde la noción del tiempo. La diferencia es que la hipnosis clínica reproduce esta situación de forma controlada.

La terapia hipnótica permite al paciente recuperar vivencias del pasado y, a la vez, asimilarlas

Sentado y relajado

Olvídense de péndulos y miradas magnéticas capaces de provocar catalepsias y de dominar la voluntad de la gente. Lo cierto es que todo se desarrolla de una forma mucho más natural y aunque existen muchas formas de aplicarla, la técnica más utilizada por los terapeutas parece ser la de la relajación. Para ello el paciente adopta una posición cómoda, sentado o recostado, hasta que hablándole en un tono tran-

continúa en pág. 92 →

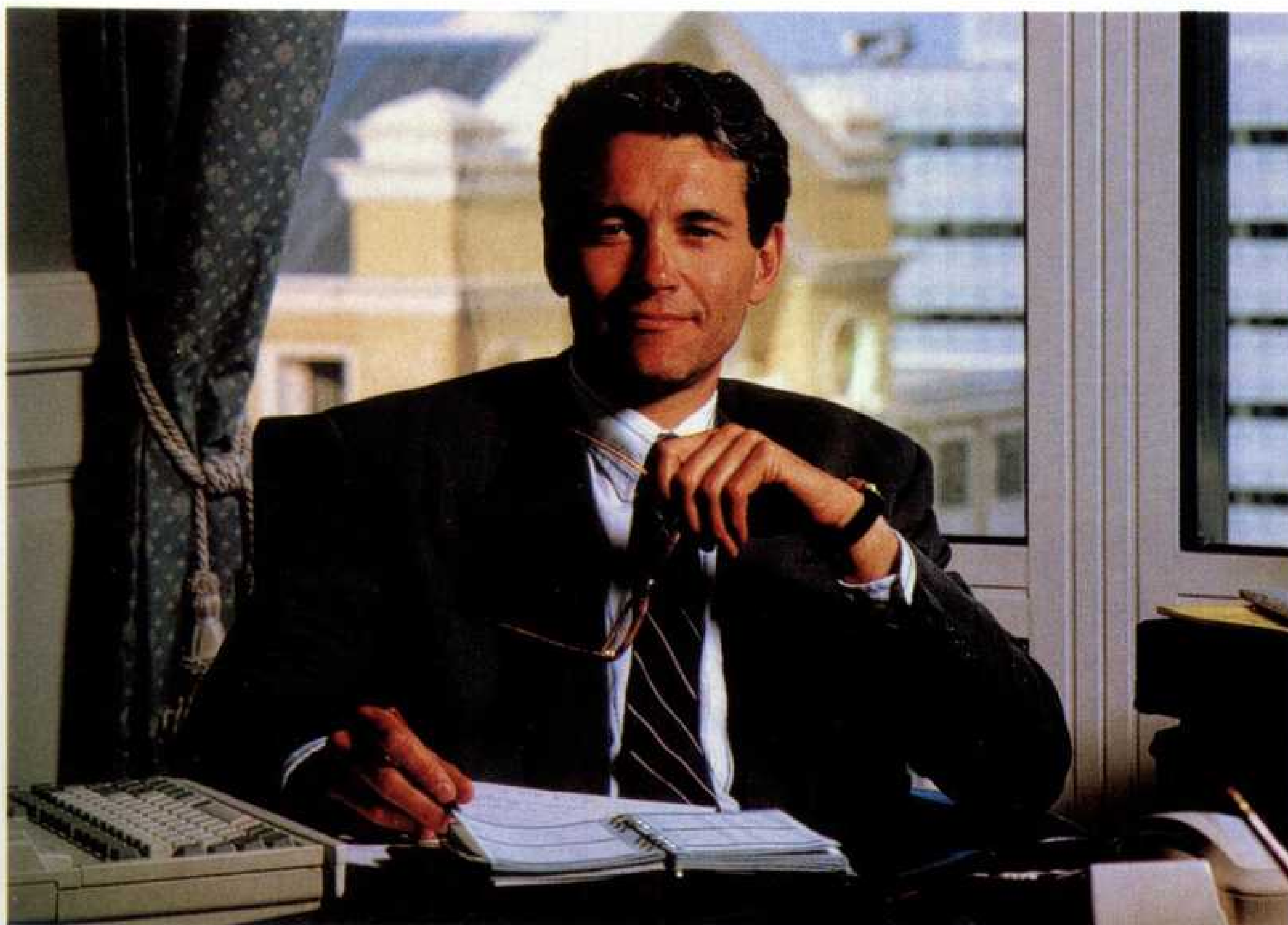
conocimiento y representación de la realidad. La persona visual capta muy bien las imágenes, los colores y los aspectos exteriores de las cosas. Cuando habla utiliza las manos para reproducir las formas de los objetos. Por ejemplo, el «mar ondulado» y el «sol redondo». El visual aprende sobre todo leyendo y subrayando con colores diferentes y está dotado de la correspondiente memoria fotográfica.

El auditivo tiende más a los sonidos: palabras, tonalidades de la voz, música, rumores. Se reconoce fácilmente por el hecho de que escucha con la cabeza ligeramente reclinada. Para aprender, necesita escuchar, sentir y contar las cosas. Pertenecen a esta categoría los estudiantes que preparan los exámenes repitiendo en voz alta con un compañero.

El kinestésico, por su parte, está atento a los olores, a las sensaciones de la piel, a los sabores y a la atmósfera general de las situaciones. Algo parecido a lo que le sucede al francés Marcel Proust, autor de *En busca del tiempo perdido*. Según Proust, es el sabor de una galleta la que evoca las sugestiones y los recuerdos de la infancia, trayendo a la memoria del escritor los recuerdos de una tía que, cuando era niño, le ofrecía las citadas galletas.

El kinestésico gesticula moviendo los dedos y cuando habla de sí mismo, tiende a ponerse la mano en la panza, la parte del cuerpo tradicionalmente asociada con las emociones. Sus modalidades de aprendizaje pasan a través de la acción: tomar apuntes, por ejemplo, como si dicho gesto lo ayudase a imprimir las ideas en la memoria. Precisamente por esta necesidad de aprender de una forma activa, los niños kinestésicos son, a veces, penalizados en la escuela, sobre todo por parte de los educadores más tradicionales.

Conocer el canal preferencial del interlocutor ayuda a superar, con éxito, un examen o un coloquio. Si, por el contrario, hay que hablar delante de muchas personas, hay que utilizar los tres canales, para atraer la atención de todos. Los visuales se sentirán atraídos por la presentación de gráficos y esquemas con colores; los auditivos con explicaciones verbales convincentes, hechas en un tono de voz cálido; mientras que para atraer a los kinestésicos, hay que crear emociones o incluso contar un chiste y hacer una broma en el momento oportuno.



quilo y monótono se consigue relajarle. A veces de una forma tan profunda que puede llegar al trance, un estado de la conciencia en el que se verifica una total abstracción del ambiente externo. Tanto que incluso algunos pacientes se hacen insensibles al dolor. El electroencefalograma demuestra que, durante el trance, en el cerebro aumentan las ondas alfa, indicativas de un estado de vigilia y de relajación a la vez. El sujeto no duerme, pero su mente no está inmersa en operación racional alguna.

Una ayuda, en este sentido, procede de la Programación Neurolingüística, una neurociencia que estudia los mecanismos de percepción de la realidad. Es decir, lo que hasta hace poco tiempo parecía un método impreciso, difícilmente verificable, hoy encuentra confirmación en una serie de estudios que han analizado las reacciones del cerebro sometido a la hipnosis. La utilización de imágenes, metáforas y fantasías dirigidas permite activar el hemisferio cerebral dominante, sede de la racionalidad, del pensamiento lógico-deductivo y de la habilidad crítica y analítica. Al mismo tiempo se activa también el otro hemisferio, relacionado con la creatividad, la intuición, las emociones, la visualización y la síntesis. En una persona hipnotizada, se observa una bajada de la actividad de las regiones frontales del cerebro, relacionadas con la vigilia y con la capacidad crítica, mientras son estimuladas las áreas occipitales, donde se encuentra la función de visualización multisectorial.

Normalmente, durante el trance se produce una total abstracción de la realidad

Mensajes hormonales

«La hipnosis crea una realidad subjetiva y abierta a lo nuevo», explica Anna Rossi, médico y psicoterapeuta. «Durante el trance se experimentan los propios recursos. Las situaciones evocadas son realmente *vividas* y ayudan a encontrar a nivel inconsciente la solución al problema. A veces, es incluso necesaria una elaboración consciente de este proceso».

La hipnosis establece, pues, un puente entre mente y cuerpo, gracias al hipotálamo, zona del cerebro situada en el sistema límbico (la parte más interna y *antigua* del cerebro desde el punto de vista de la evolución). Estimulado por las sugestiones hipnóticas, éste convierte los impulsos eléctricos de las células nerviosas en mensajes hormonales, transmitidos por una glándula llamada hipófisis.

Excepto un porcentaje relativamente pequeño de personas, todo el mundo puede ser hipnotizado. Esto no significa que la respuesta al tratamiento sea la misma, ni que la hipnosis represente una solución adaptable a todos los casos. La técnica está desaconsejada en los

continúa en pág. 94 →



OLVIDAR LA REALIDAD
Mientras el hipnotizado está en trance, en el cerebro aumentan las ondas alfa, indicativas de un estado de vigilia y de relajación. El individuo no duerme, pero su mente no está sujeta a operación racional alguna.

que sufren psicosis, porque puede crear *pseudomemoria* o recuerdos de episodios que nunca han existido.
A pesar de estas contraindicaciones, se trata de una terapia con bases científicas precisas. Lo mismo puede surtir efecto en la consulta del dentista, para relajar al paciente y distraer su atención de tornos y jeringuillas, que como analgésico natural en el tratamiento del dolor crónico: cefalea, artritis reumatoide, etc. Durante sus crisis, el paciente aprende a desviar el dolor de cabeza hacia otra parte del cuerpo, como la pantorrilla o las yemas de los dedos, donde esta sensación se soporta mejor. Otras veces se consigue que la persona llegue a imaginar que está recibiendo un calmante o que regresa a un período determinado de su vida, anterior a la enfermedad, normalmente la infancia.

La hipnosis restablece la comunicación entre el cuerpo y la mente

La hipnosis se utiliza también en la preparación al parto, para relajar y atenuar la percepción del dolor. «El objetivo no es adormecer a la mujer, sino hacerla consciente de que puede, en cualquier momento, dominar el dolor», explica la psicóloga Giovanna Colciaghi, que dirige grupos de preparación al parto a través de la hipnosis, en el hospital milanés de Bollate.
«Durante el curso, se enseña a las futuras madres a hacer autohipnosis. Así, durante el preparto, pueden autorelajarse profundamente, gracias a una señal preconcebida, habitualmente cerrando el puño. Gesto que tiene, además, un fuerte valor simbólico ya que expresa fuerza y determinación». Entre una contracción y otra, la mujer se *refugia* en un lugar seguro e imaginario (su casa, una playa), donde puede descansar y adaptar su ritmo cardíaco y respiratorio. «Esto le permite controlar el estrés y dosificar sus fuerzas», añade la psicóloga.
En el tratamiento de las enfermedades orgánicas, la hipnosis sirve de ayuda a las terapias farmacológicas y, a veces, es más eficaz que la propia química. «En los enfermos de tumores, la hipnosis ayuda a soportar los efectos colaterales de la quimioterapia o de las radiaciones y, además, atenúa la ansiedad», dice Elena Moglio, médico hipnotizador del Centro de investigación del lenguaje y del comportamiento de Milán, que colabora con el departamento de investigación profesional del Instituto de tumores de la ciudad lombarda. «Pero mis pacientes, muchos

continúa en pág. 96 →

Magos, charlatanes y grupos pseudorreligiosos

Desconfíe de los que prometen ayudarle a encontrar la felicidad a buen precio

• La alarma aumenta con la llegada del fin del milenio. Detrás de algunos nuevos movimientos religiosos se esconde el fenómeno de las *psicosectas*. Grupos que proponen presuntos contactos con entidades ultraterrenas, para superar los problemas cotidianos y reunirse con el «Ser». Pero su verdadero objetivo es el control de la personalidad de los adeptos. Los jefes de algunas sectas utilizan técnicas de condicionamiento mental y de comportamiento, lo que antes se definía como lavado de cerebro. Estos movimientos pseudorreligiosos atraen a personas frágiles, prometiéndoles bienestar. Y recurren al trance para proponer como absolutas e indiscutibles la verdad y las reglas del grupo. Las técnicas de sugestión utilizadas se asemejan a las de la hipnosis clínica. Con una diferencia fundamental: la terapia hipnótica tutela y responsabiliza al individuo en sus decisiones. En cambio, la anulación de la personalidad realizada por las sectas va en la dirección contraria. Además, utilizan medios de presión como el aislamiento de los familiares y de los amigos, drogas, adoctrinamiento o inducción de sentimientos de culpa, si el individuo intenta rebelarse. El resultado es el «síndrome de la dependencia ambiental», patología neurológica bien definida que empuja a las personas a imitar de una forma irrefrenable e incontrolable a los que le rodean. Se produce, además, la anulación de la voluntad que impide rebelarse ante maltratos y abusos. En algunos países de Europa como Suiza están a punto de introducir en su Código Penal un artículo contra los condicionamientos mentales y de comportamiento realizados por estos grupos. En otros, una forma de tutela es el hecho de que sólo los médicos y los psicólogos pueden practicar la hipnosis. El que utiliza esta técnica sin estar capacitado para ello, incluidos los magos televisivos, comete un delito. Sobre todo aquellos que, en sus espectáculos, provocan el trance con un simple tocamiento ya que utilizan a los cómplices que tienen entre el público. No se puede obligar a una persona hipnotizada a actuar de una forma contraria a su moral. En el siglo pasado, el médico francés Jean-Martin Charcot practicó la hipnosis con monjas. Y cuando intentaba quitarles el hábito, las religiosas salían rápidamente del trance.



EL PELIGRO DE LAS 'PSICOSECTAS'. Algunos grupos sectarios condicionan notablemente el comportamiento de sus seguidores.



de los cuales se curan gracias a una mezcla de terapias, me han enseñado que utilizarla sólo como calmante es desaprovechar sus virtudes. Nunca conocemos a priori las potencialidades de curación de una persona. Y hay que darle a todos una posibilidad. Es decir, si ha llegado hasta aquí, puede seguir adelante. La hipnosis actúa directamente sobre el inconsciente, restableciendo una buena comunicación entre mente y cuerpo».

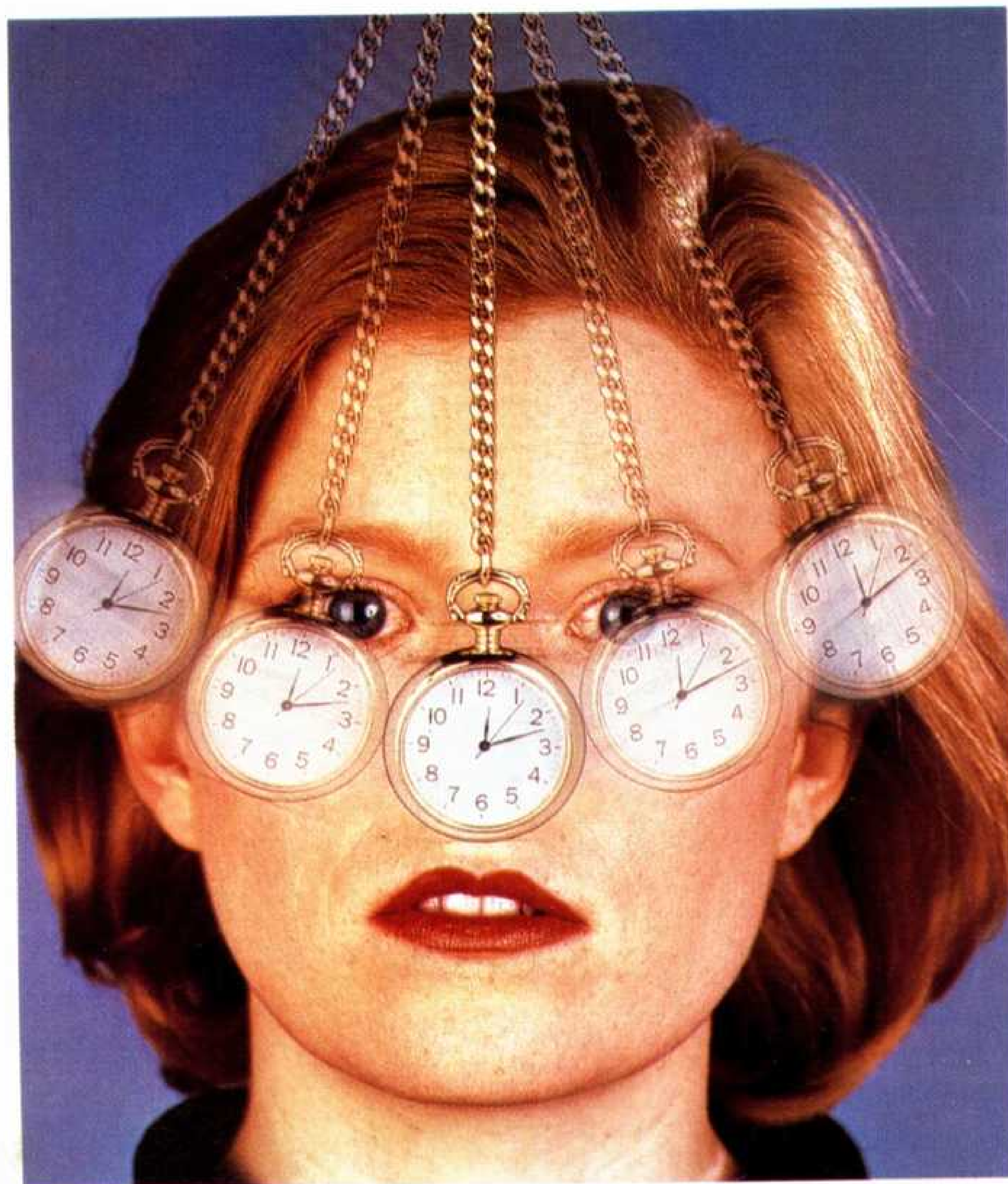
Adiós a las verrugas

También se obtienen óptimos resultados en dermatología. La piel, rica en terminales nerviosas, es especialmente sensible a las reclamaciones del inconsciente. Por eso, las verrugas desaparecen en pocas sesiones, aunque otras enfermedades como la soriasis sean más difíciles de curar.

Casi siempre las dolencias cutáneas tienen un origen psicosomático, suelen ser la expresión física de un problema emotivo. La terapia hipnótica no sólo elimina el síntoma, sino que trabaja sobre las causas que lo han determinado.

Lo más importante es que todo debe realizarse con respeto al paciente, a su personalidad y valores. La psicoterapia hipnótica no es una imposición, sino libertad y creatividad. Se podría decir que el enfermo que presenta su problema tiene delante de los ojos una pantalla de televisión y en ella un programa: el de sus fallos e inadaptaciones. Con una especie de *zapping* mental puede crear comportamientos alternativos.

PARTO SIN DOLOR. **La hipnosis se ha venido utilizando con éxito en la preparación al parto. La mujer no es adormecida con péndulos o miradas magnéticas, sino que es consciente de sus propios recursos y de cómo utilizarlos para controlar el dolor.**



Sorpresa, sorpresa

La hipnosis clínica estimula la magia de la sorpresa, para superar las convicciones rígidas y aceptar las novedades. «La obligación del terapeuta es proporcionar el marco adecuado en el que pueda producirse el cambio deseado. Pero la hipnosis es sólo un vehículo», afirma el médico norteamericano Peter Bloom, presidente de la International Society of Hypnosis. «Es el paciente el que asume la responsabilidad de coger de la relación terapéutica lo que le sirva. Por eso, un tratamiento hipnótico sólo puede basarse en la creatividad y en la personalidad de cada individuo. Con estos elementos se puede provocar en cada uno de nosotros la aparición de un pequeño héroe».

LIBROS

Peter Hawkins
Introducción a la hipnosis clínica
Promolibro

Donald Lofland
Elimina los virus mentales con PNL
Urano

Harry Alder
PNL (Programación neurolingüística)
Edaf

INTERNET

@ http://www.nlpnet.com/chasq/index.html
@ http://www.hypnosis.com/faq/

Saber beber

Nuestro organismo es capaz de tolerar la ingestión de determinadas bebidas alcohólicas en cantidades moderadas. Incluso en algunas ocasiones y dosis pequeñas resulta recomendable. El problema comienza cuando se rebasa ese punto: intoxicación, cirrosis, cáncer...

POR WALTER CALABRESE Y PILAR GROSSO

La embriaguez es una sensación que muchos, casi todos, hemos experimentado alguna vez. Basta una copa de vino de más y la palabra se torna más fluida, uno se siente fuerte, relajado y desinhibido, la risa se hace más frecuente y el mundo parece teñirse de color de rosa. Entonces, ¿tiene razón el antiguo proverbio que confiere al vino propiedades medicinales o el conocido eslogan publicitario «quien bebe cerveza vive 100 años»? Sin duda, una dosis moderada de alcohol produce efectos beneficiosos sobre el organismo humano y no sólo desde un punto de vista psicológico.

Dosis bajas de alcohol mejoran la actividad cardiovascular a largo plazo, reducen de forma temporal la presión sanguínea y mitigan la ansiedad y sus manifestaciones psicosomáticas. El problema surge cuando la cantidad que se consume habitualmente es demasiado elevada.

De hecho, el uso y abuso diario y excesivo del alcohol dificulta al individuo la posibilidad de desarrollar una vida social normal y, además, produce daños considerables en el hígado, el corazón y el sistema nervioso.

El alcohol relaja y desinhibe, pero no hay que abusar de él

Propiedades y digestión

El alcohol que se bebe habitualmente es conocido en términos científicos como alcohol etílico o etanol. Se trata de una sustancia química compuesta por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, que resulta tóxica para el hombre porque daña, hasta aniquilar, todas las células del organismo. Cuando ya se ha consumido, el alcohol etílico se absorbe rápidamente (en una media hora si se ha comido y en cinco

continúa en pág. 100 →



Esteatosis hepática, hepatitis a lica, cirrosis hepática

Cirrosis

Úlcera de estómago, úlcera de duodeno


Hemorragia aguda de la parte perior del tubo digestivo

Pancreatitis crónica, litiasis pancreática, diabetes

Pancreatitis aguda

Riesgo de aborto y anomalías en el feto

Menstruaciones irregulares, disfunciones en testículos y ovarios



CEREBRO

- Atrofia cerebral (demencia alcohólica), enfermedad degenerativa del cerebelo, epilepsia alcohólica
- Insuficiente desarrollo cerebral: reducción de la facultad cognoscitiva, memoria, cálculo y juicio

BOCA

- Tumores y graves inflamaciones de la boca, laringe, faringe y esófago

CORAZÓN

- Miocardiopatía
- Insuficiencia cardíaca aguda

BRAZOS / PIERNAS

- Nefritis del sistema nervioso periférico: pérdida de sensibilidad en piernas y brazos, dificultad de movimiento
- Convulsiones y espasmos

LEYENDA

- = ALCOHÓLICOS ADULTOS
- = MENORES DE 25 AÑOS

EN LOS JÓVENES, EL CONSUMO EXCESIVO AFECTA AL CRECIMIENTO
El etanol contenido en las bebidas alcohólicas actúa como un veneno en el cuerpo. El organismo consigue tolerarlo en pequeñas cantidades e incluso en algunos aspectos puede provocar efectos positivos. Por otra parte, en grandes dosis, el alcohol daña los órganos internos hasta provocar enfermedades graves como el cáncer y la cirrosis hepática.
En los jóvenes, además, los efectos nocivos alcanzan a las hormonas implicadas en el crecimiento.
En el dibujo, todos los órganos sobre los que interviene y los daños que produce. Lo señalado con el cuadrado rojo son las principales patologías ligadas al alcoholismo en general; las del cuadrado amarillo, las más comunes entre consumidores menores de 25 años.

minutos en caso contrario), descomponiéndose en el estómago, en el primer tracto intestinal. Ya allí, la mucosa gástrica absorbe cerca de un 20% del etanol y 'digiere' una primera parte, gracias a la acción de una enzima llamada aldehído-dehídrogenasa (ADH), que funciona de forma distinta según la raza, el sexo, la edad y el uso de fármacos.
La segunda fase del proceso 'digestivo' del alcohol en sangre tiene lugar en el hígado donde existen tres sistemas enzimáticos que lo descomponen: la catalasa (que desempeña un papel pequeño); la alcohol-dehídrogenasa, que transforma aproximadamente el 80% de etanol, primero en acetaldehído, después en acetato y finalmente en anhídrido carbónico y agua. El 20% restante se transforma en otro proceso análogo al del ADH, llamado MEOS (sistema de oxidación microsómica del etanol).
Este último sistema enzimático tiene una característica muy particular. A medida que el alcoholismo va cronificándose, aumenta su actividad (hasta el triple) en detrimento de la del ADH. Pero el MEOS es también el sistema enzimático que metaboliza algunos fármacos. Por ello, en los grandes bebedores, la descomposición de sustancias como anestésicos, antipiréticos (aspirina y análogos) o sedantes es mucho más rápida, lo que hace que los principios activos de los fármacos se degraden antes de que lleguen a desarrollar su actividad terapeútica, perdiendo así gran parte de su eficacia. Además, el alcohol mezclado con fármacos como somníferos, anticoagulantes o insulina obstaculiza la metabolización y puede producir graves efectos colaterales: coma, disminución de glucosa en sangre o hemorragias.

Las enzimas hacen a la mujer más vulnerable al alcohol

El porqué de la borrachera

La descomposición del alcohol en el hígado se realiza lentamente, a un ritmo de no más de 0.15 gramos de alcohol a la hora por kilo de peso corporal (así, un hombre de 70 kilos necesita 10 horas para metabolizar un litro de vino de 12 grados).
Es justamente la capacidad de nuestro organismo de metabolizar el etanol (y digerirlo, haciendo disminuir poco a poco la cantidad que circula en sangre) lo que determina el umbral de embriaguez. Es un hecho que las mujeres y los jóvenes toleran peor el alcohol que los hombres adultos. Recientes investigaciones han hallado una causa científica a esta supuesta 'debilidad'.
En las mujeres, la cantidad de la enzima ADH, la que fracciona en el estómago el etanol, es muy inferior a la de los hombres, lo que hace que las mujeres absorban, por un mismo vaso de vino, un 20 o 30% más de etanol que los hombres. Además, la menor disponibilidad de esta enzima, obliga al hígado a trabajar más, lo que puede acelerar la aparición de ciertas enfermedades (así, la cirrosis hepática produce en las mujeres daños más graves y de evolución más rápida). Siempre por 'culpa' de las enzimas (en este caso las que actúan en el hígado), se verifica otra situación insólita: antes de la menstruación la mujer se embriaga más fácilmente. Esto se debe al aumento de la cantidad de estrógenos (las hormonas femeninas) en sangre, lo que produce una menor capacidad a la hora de digerir el alcohol.
Sin embargo, con la llegada de la menopausia, y por tanto de disminución hormonal, la mujer se hace más resistente, y podría comenzar a beber mayores cantidades de alco-

continúa en pág. 102 →

El conductor que ha consumido alcohol no mide los riesgos



El alcohol etílico y los automóviles nunca se han llevado bien. Por eso, la Dirección General de Tráfico pone todos sus esfuerzos en evitar esta mezcla con anuncios sobrecogedores en televisión y controles de alcoholemia que se multiplican los fines de semana. En Madrid, el doctor **Ernesto Beltrán Llera**, psiquiatra, autor de varios estudios sobre los efectos y propiedades del alcohol y especialista en el tema explica a *Newton* los principales riesgos que entraña la conducción cuando se han ingerido grandes dosis del mismo.

Al conducir, ¿cómo puede alterar el excesivo consumo de alcohol el comportamiento normal de una persona?
Está claro que el consumo elevado de bebidas alcohólicas influye en la conducta de las personas: disminuye su capacidad de respuesta inmediata y la de autocrítica y consecuentemente se pueden producir reacciones inesperadas. El sujeto que conduce en estas condiciones no tiene el mismo control que puede tener cuando se encuentra en estado normal, ni sobre las respuestas reflejas, ni sobre la maniobra que realiza en ese momento. Además, no acepta las críticas porque no tiene conciencia clara de como se está comportando.

Sin embargo, ¿por qué parece que se tienen más reflejos?
Bajo los efectos del alcohol, nadie se da cuenta de que está cometiendo algún tipo de irregularidad o infracción. El individuo generalmente está eufórico y piensa que todo va bien, que no hay ningún problema cuando no es cierto. La euforia produce la sensación de bienestar y se extiende no sólo a como uno se siente sino también a como uno se comporta, aunque, efectivamente, la forma de actuar deje mucho que desear. La persona se encuentra en un momento de exaltación y adopta casi siempre una conducta de riesgo, mucho más suicida y grave porque no mide riesgos.



ESÓFAGO

VENA DEL HÍGADO

HÍGADO

ANHÍDRIDO CARBÓNICO
AGUA

ALCOHOL ETÍLICO 100 %

CORAZÓN

ESTÓMAGO

ACETALDEHÍDO

ACETATO

ETANOL 20%

ADH

ALDH MEOS CATALASA

ETANOL 80 %

ETANOL 80 %

VENA PORTA

DUODENO

YEYUNO

UN CÍRCULO VICIOSO. El alcohol llega al estómago, donde la enzima ADH (aldehído-dehidrogenasa) metaboliza, o mejor, descompone y digiere el 20% de etanol. La vena porta transporta la parte restante, que realiza un círculo, al hígado. Aquí, otras tres enzimas, llamadas catalasa, alcoholdehidrogenasa (ALDH) y MEOS (sistema de oxidación microsómica del etanol) lo descomponen en anhídrido carbónico y agua.

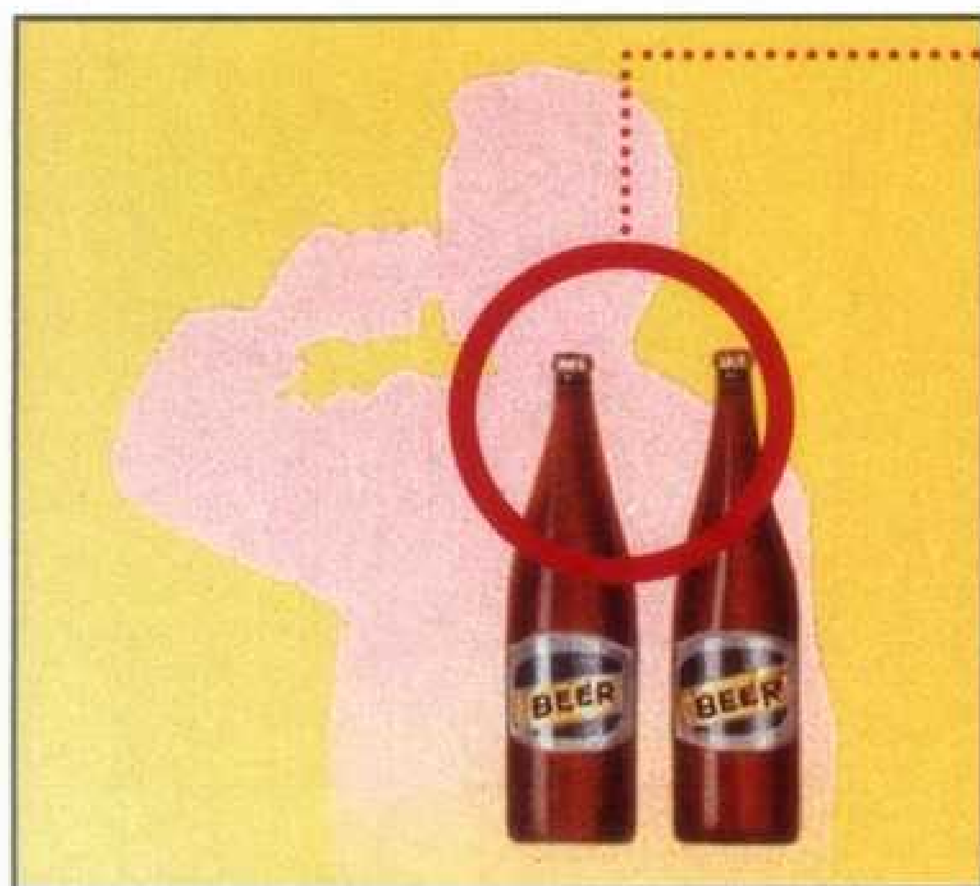
¿Cuál es el momento más peligroso para conducir después de haber bebido?
Aquí no se puede generalizar. Depende de cada uno, de la situación en la que se encuentre (si ha comido o está en ayunas), del hábito que tenga de beber, de la cantidad ingerida y de los grados. A partir de esto, si alguien lleva bebiendo una hora y se pone a conducir, se sabe que la primera parte de lo que ha tomado ya se ha metabolizado y por lo tanto la cantidad de alcohol en sangre ha subido, lo que resulta muy peligroso. Normalmente, hasta que no pasan cuatro o cinco horas el nivel de alcohol no empieza a bajar.

La mayoría de la gente piensa que el alcohol, las drogas y los psicofármacos, son los principales causantes del incremento de los accidentes de tráfico entre los jóvenes. ¿Es eso cierto?
No. El alcohol y las demás sustancias son sólo un elemento más. La carretera de por sí ya tiene peligro. Conducir deprisa tiene más riesgo que ir despacio, y si se hace bajo los efectos de una determinada sustancia, este peligro evidentemente aumenta. El conductor, ya sea joven o no, considera que todo es maravilloso y actúa de forma más temeraria aunque no domine la situación. Si, además de alcohol, se ingieren sustancias que estimulan el cerebro y la capacidad de reacción aumenta el riesgo de accidente.





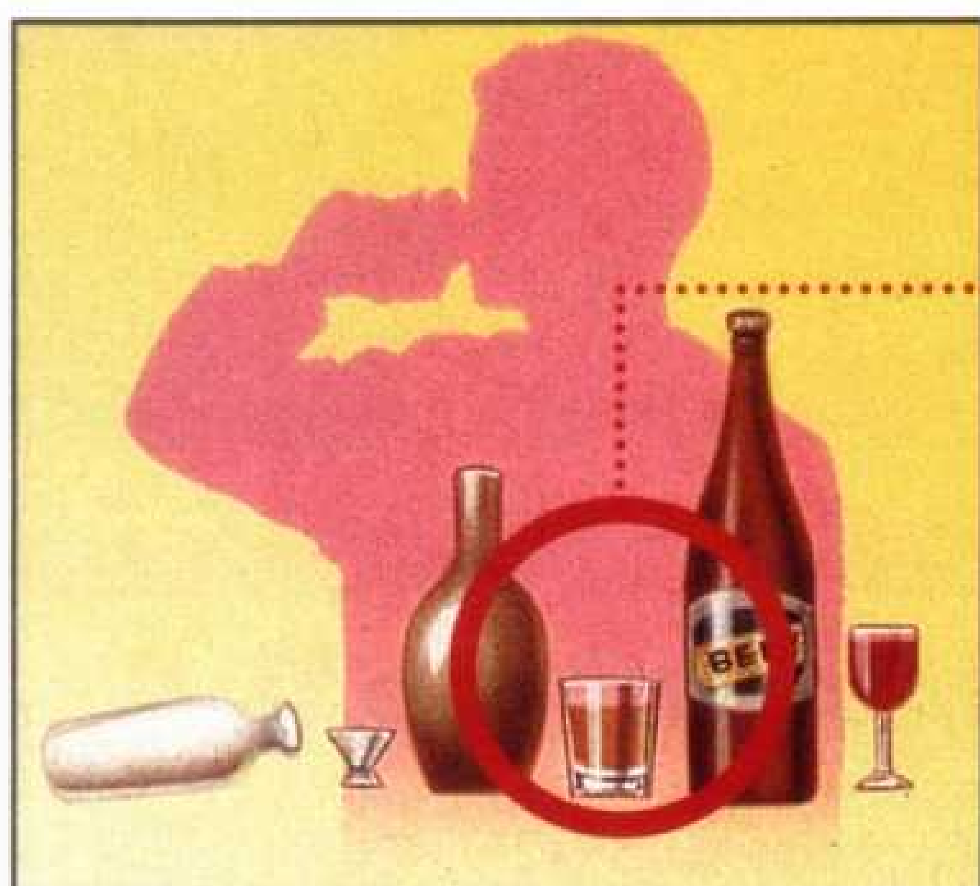
Así ve un conductor cuando está sobrio (primera foto de la izquierda). En estado de embriaguez, el alcohol modifica la percepción y causa desenfoque (en el centro) o visión doble.



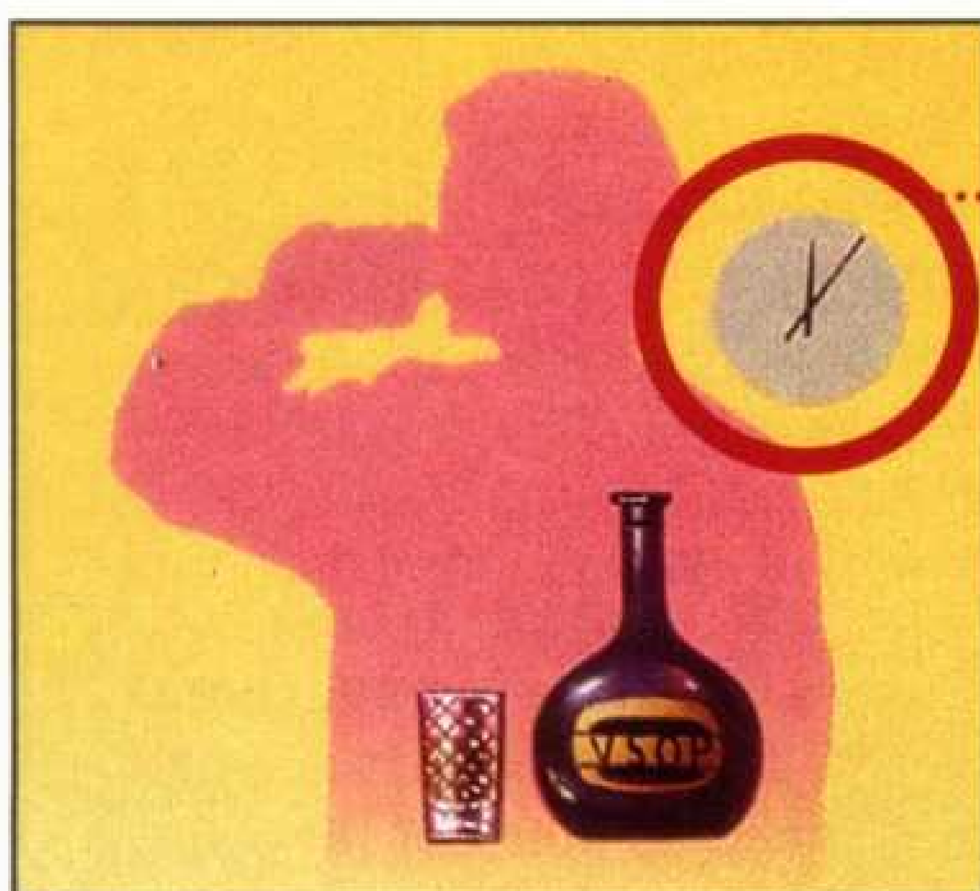
PONER UN LÍMITE
Para que el alcohol se convierta en un buen amigo hay que dosificarlo. En las comidas, la dósis diaria para un hombre de 70 kilos es de 70 gramos (cuatro vasos de vino, cuatro copitas de licor o un litro de cerveza).



DE UN SOLO GOLPE
Consumir de golpe grandes cantidades de alcohol puede provocar graves lesiones en el esófago y obliga al hígado a realizar un trabajo extra demasiado peligroso.



PROHIBIDO MEZCLAR
Los distintos tipos de alcohol contienen productos de destilación diversa que, mezclados, pueden provocar intoxicaciones.



PASAR EL TRAGO
El acetaldehído, una sustancia tóxica, es la responsable de los malestares de la borrachera. Para que el hígado la elimine es necesario que pasen algunas horas.

CÓMO APROXIMARSE CORRECTAMENTE AL ALCOHOL El alcohol etílico, en dosis moderadas, es incluso beneficioso para el organismo, interviniendo particularmente en la labor que realiza el corazón y facilitando la producción del colesterol HDL, el llamado 'escoba de las arterias'. Otras veces, a la hora de beber se cometen errores muy graves que pueden poner en peligro la propia vida.

hol sin que se produzcan estos resultados.

Efectos positivos y negativos
Por otra parte, el alcohol, en dosis bajas, tiene propiedades analgésicas (protege del dolor) y facilita la digestión, al estimular la secreción salivar y del estómago. Tiene una acción antidepresiva, diurética y es capaz de limitar la formación de las placa arterioscleróticas, que pueden estrechar o incluso obstruir las arterias.
Una pequeña dosis, facilita el trabajo del corazón, reduce la presión arterial y aumenta el consumo de oxígeno, casi como cuando se realiza una moderada actividad física. Además, puede reducir el riesgo de infarto, ya que hace aumentar el llamado 'colesterol bueno' (HDL) que circula en la sangre.
Todo estos efectos beneficiosos se transforman radicalmente cuando se aumenta la dosis: el consumo exagerado de alcohol etílico provoca graves daños a los órganos con los que el etanol entra en contacto. El hígado, filtro de la sustancia, es el órgano que más sufre. Se empieza con la esteatosis hepática (acumulación excesiva de grasas, derivada de las calorías del alcohol), después puede llegar la hepatitis alcohólica y la cirrosis hepática, enfermedad que termina con este órgano vital. En otros casos, llega a destruir las células cerebrales y hace que algunos neurotransmisores 'enloquezcan', lo que reduce de forma considerable la facultad cognoscitiva, de memoria, de cálculo y el comportamiento en general (por ejemplo, aumenta la agresividad y pueden surgir psicosis varias hasta el gravísimo *delirium tremens*). Por último, multiplica hasta por 10 en los bebedores crónicos, los casos de cáncer de boca, laringe, faringe, esófago e hígado.
El consumo de alcohol en los jóvenes se convierte en un tema bastante más peligroso, ya que bloquea las funciones de los órganos que entran a formar parte del crecimiento y de la producción de las hormonas de los testículos y ovarios. Además, en el caso de una solemne borrachera, un joven puede no estar bioquímicamente preparado para ello (la mayor parte de las enzimas desintoxicantes son producidas por el estómago y por el hígado según se vayan necesitando al no estar presentes en el organismo de una forma natural) y desarrollar síntomas muy graves. En particular, bebiendo alcohol de una forma demasiado rápida, sobre todo mezclando, se pueden padecer graves intoxicaciones y lesiones en el esófago, hasta llegar a producir roturas.

Los jóvenes no están bioquímicamente preparados para beber

En resumen, si como hemos visto es rigurosamente cierto que un vaso al día puede impedir la visita al médico, aún lo es más que si se exagera con la bebida, la situación que se produce es la contraria: se vuelve al médico por necesidad y quizá cuando es demasiado tarde.

LIBROS

Francisco Alonso Fernández
Alcoholdependencia
Masson
Jaime Arbolés
Sociología y causas del alcoholismo
Bellaterra
Frances Nicholas
Sólo un alcohólico
Edición del propio autor

GINGIVITIS, SARRO Y CARIES son las formas principales de infección de la boca y de la placa. Las bacterias que se depositan en los dientes son las responsables de estos males. Lavarse cada día los dientes con un dentífrico con flúor es el modo más eficaz para prevenirlos.

Dentífrico: una pasta 'al dente'

Su origen parece remontarse hasta 500 años a. C. en las antiguas civilizaciones chinas e hindúes, pero el dentífrico, tal y como lo conocemos hoy en día, no llegó a los comercios por primera vez hasta 1887 y lo hizo en Gran Bretaña. Hoy podemos elegir entre el polvo, la pasta o el gel: en todos los casos la receta base sigue una norma común. Es notorio que gingivitis, caries y sarro son las dolencias dentales más habituales: para evitarlas suele bastar con una cotidiana higiene oral. Sin embargo, como consecuencia del bombardeo publicitario que magnifica las propiedades de tantos dentífricos diversos, en la gente nace una curiosidad legítima: ¿qué sustancias los componen y cuál es la función de cada una de ellas?

Anthony Volpe, responsable de investigación en la clínica dental de la empresa Colgate-Palmolive en Nueva York, nos lo aclara. «Los componentes que forman un dentífrico son principalmente dos: los agentes emulsionantes y los limpiadores. Los primeros, responsables del 'efecto espuma', tienen una doble función: de un lado sirven para amalgamar todos los componentes; del otro, ayudan a conseguir la acción limpiadora y eliminan los riesgos de que las cerdas del cepillo se claven en las encías. Los agentes limpiadores tienen una misión desinfectante. Gracias a su acción abrasiva, son capaces de mover y expulsar los residuos sólidos y de limpiar las manchas de la superficie de los dientes». «Sin embargo, cuidado», advierte Volpe, « para que la acción no resulte nociva y no raye el esmalte esta sustancia debe estar finamente pulverizada».

TEST: LO IMPORTANTE ES DECIR 'NO'

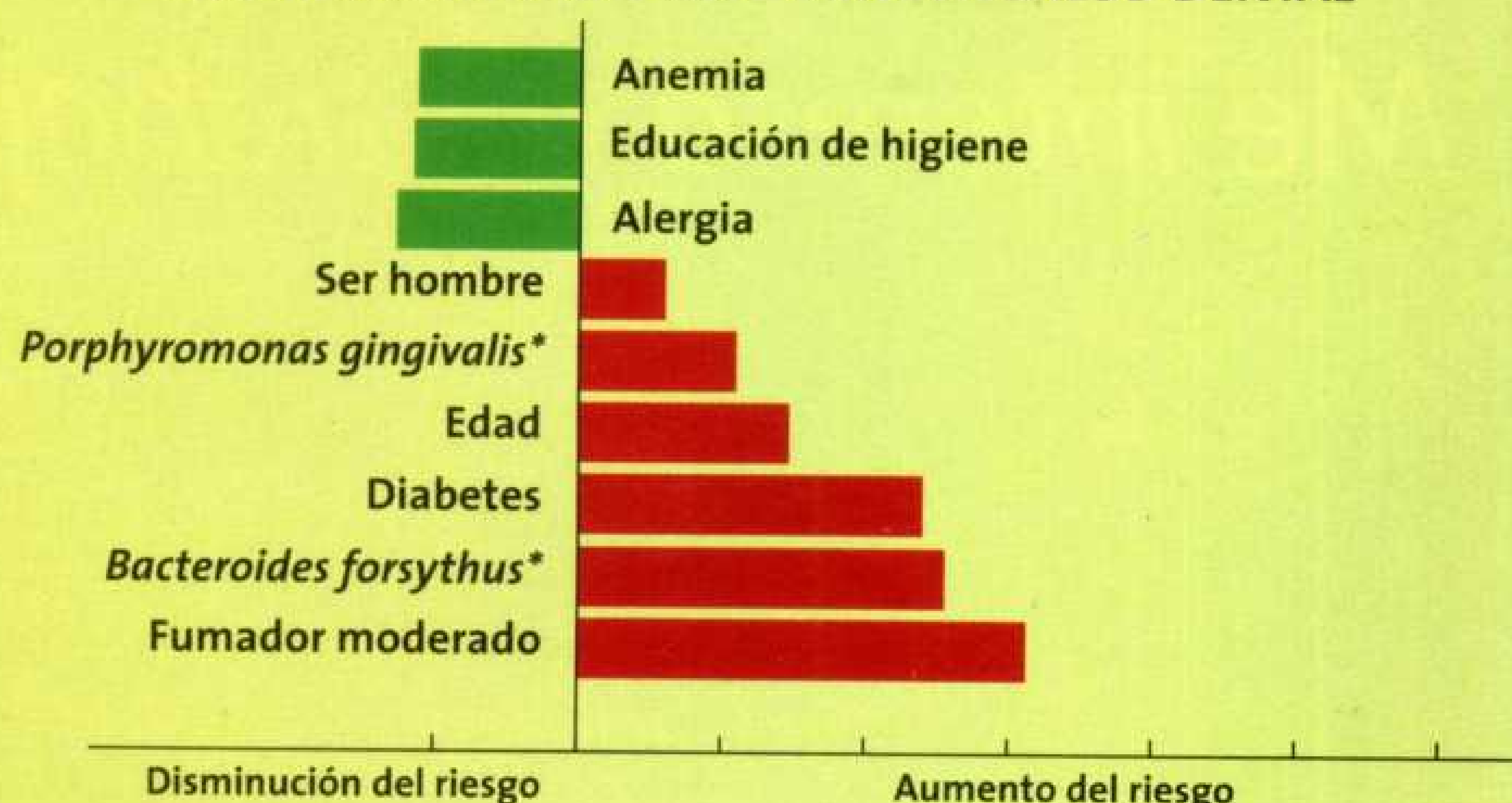
¿Fuma más de un paquete de tabaco al día?	Sí	No
¿Se lava los dientes con poca regularidad?	Sí	No
¿Acude al dentista en pocas ocasiones ?	Sí	No
¿Padece diabetes?	Sí	No
¿Ha sentido estrés?	Sí	No
¿Es propenso a padecer infecciones dentales?	Sí	No

Cuantas más veces responga 'sí' a las preguntas, tanto más grande es el riesgo de que pueda padecer graves infecciones dentales.





MÁS HIGIENE, MENOS PROBLEMAS. El dibujo muestra el modo correcto para usar el cepillo de dientes: partiendo del borde de las encías se debe cepillar desde arriba hacia abajo. A pesar de las recomendaciones de los dentistas, el 95% de la población de los países desarrollados sufre algún tipo de infección gingival.



QUÉ FAVORECE Y QUÉ PROTEGE. Estudios realizados en Estados Unidos han revelado los factores de riesgo más comunes en las enfermedades gingivales. En verde se indican los factores protectores; en rojo, los que aumentan el riesgo.

Los abrasivos más empleados son el carbonato de calcio, el bicarbonato sódico, el silicio y el fosfato tricálcico. En lo que respecta a utilizar otros ingredientes en lugar de los detergentes «hemos conseguido», prosigue el investigador norteamericano, «obtener un buen resultado: una protección incluso bajo el borde gingival que dura cerca de 12 horas. Esto es factible gracias a una combinación entre el bactericida Triclosan y el copolímero Gantrez, que retiene al Triclosan sobre la superficie de los dientes reduciendo notablemente la placa bacteriana, causa principal de las infecciones dentales». «Al hablar de los componentes del dentífrico», concluye Anthony Volpe, «se deben citar algunas sustancias, vitales para el producto aunque no sean estrictamente médicas, como por ejemplo los agentes humectativos y los que dan un perfume o un sabor determinado». Los agentes humectativos son muy importantes, pues permiten que el producto no se seque aunque el tubo se quede abierto.

Una visión inédita de los océanos

En la cresta de la ola

La imagen muestra las olas de los océanos, en relación a su altura. En azul oscuro se indican las olas de hasta 0,5 metros de altura; en azul claro, hasta un metro; en verde las que llegan hasta los dos; en rojo, hasta cinco y en amarillo las que alcanzan los 12 metros o más. Se observa claramente que una de las zonas del planeta más peligrosas para la navegación es la denominada *Roarin Forties* (los rugientes 40), es decir, la franja bajo los 40 grados de latitud sur que se extiende desde el sur de África hasta el estrecho de Magallanes (punta meridional de Suramérica) y la Antártida. Olas muy altas se registran también en la parte septentrional del Atlántico y el Pacífico hasta el Océano Glacial Ártico. Los satélites de la Agencia Espacial Europea (en la foto pequeña) miden la altura de las olas con un radioaltímetro, un radar de precisión que genera impulsos de microondas capaces de distinguir al momento la señal que llega de la cresta de la ola y la del hundimiento. Esta diferencia temporal se traduce después en una diferencia de altura.

a

▸Los satélites que mantienen bajo control constante nuestro planeta envían fotografías de extraordinaria belleza. Radar, radioaltímetros y microonda vigilan los cambios de temperatura, vientos, mareas, oleaje y contaminación, pero también ofrecen 'pinceladas supertecnológicas' capaces de crear imágenes que de otra manera nunca podríamos observar. En estas páginas presentamos las excepcionales tomas fotográficas realizadas por los satélites de la Agencia Espacial Europea

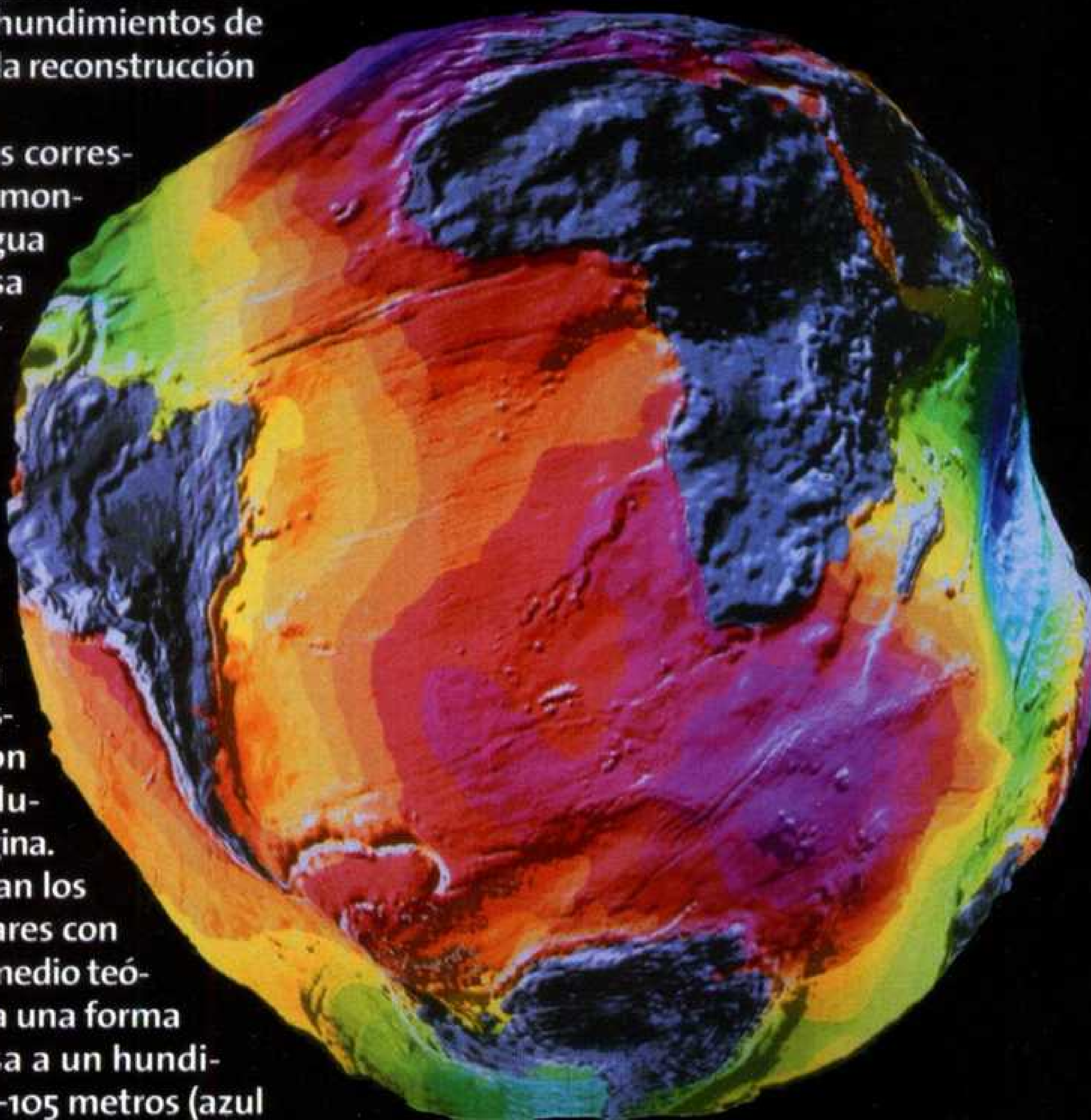


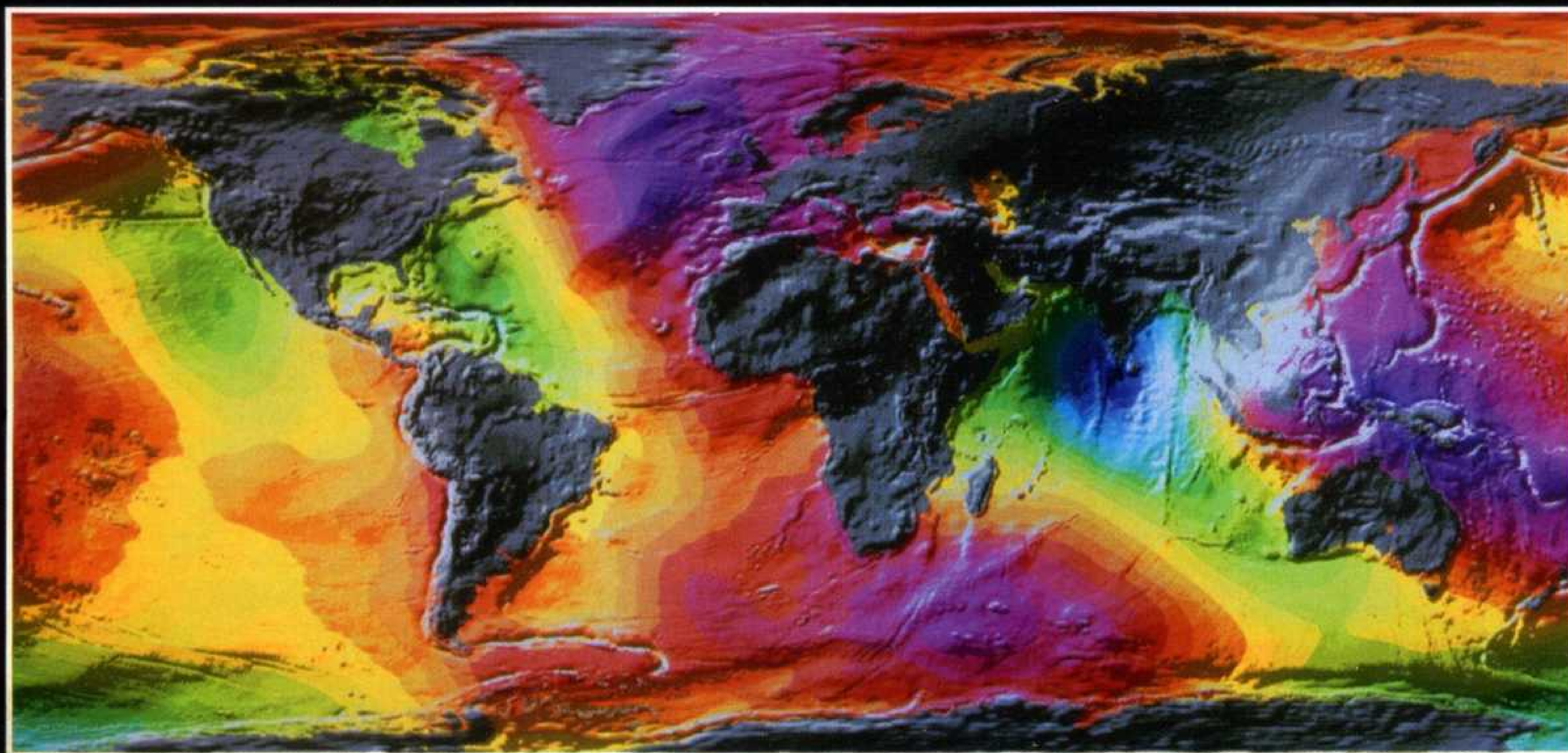
Mares en subida y en bajada


La Tierra no tiene una forma perfectamente esférica –más bien se aproxima a una elipse– sino que además es heterogénea, con montañas, llanuras y valles profundos que no vemos porque se encuentran cubiertos por los océanos. Estas fuertes variaciones en la distribución de la masa terrestre provocan análogos cambios del campo gravitacional que se reflejan en la dirección de las superficies de los océanos. En otras palabras, los mares no se encuentran siempre al mismo nivel, sino que tienen *subidas* y *bajadas*, en correspondencia con los relieves y con los hundimientos de los fondos oceánicos (como muestra la reconstrucción por ordenador de la foto grande).

La fuerza gravitacional de las masas correspondientes, por ejemplo, a la cadena montañosa de los fondos *tira* hacia sí el agua dominante, en cuanto que a una masa mayor corresponde una atracción gravitacional más elevada. Tampoco a distribución de la masa en el interior del globo terráqueo es homogénea y esto se refleja en ulteriores variaciones gravitacionales y, por lo tanto, en otros *desniveles* de la superficie oceánica. Todo esto lo han registrado los satélites artificiales que con un sofisticado radar pueden medir los desniveles de la superficie oceánica con una precisión de centímetros, produciendo el mapa que vemos en esta página.

En la imagen rectangular se muestran los desniveles de la superficie de los mares con distintos colores: respecto a un nivel medio teórico que se tendría si la Tierra tuviera una forma perfectamente homogénea, se pasa a un hundimiento de la superficie acuática de –105 metros (azul oscuro) al sur de la India, hasta una elevación máxima de +85 metros (morado) al norte de Australia. La otra figura evidencia estas variaciones en una escala exagerada para mostrar mejor las *subidas* y las *bajadas* oceánicas: la Tierra no es así pero resultabastante esclarecedor. Este tipo de indagación es muy útil para controlar el aumento del nivel global de los mares causado por el efecto invernadero y el consiguiente deshielo de los glaciares polares.



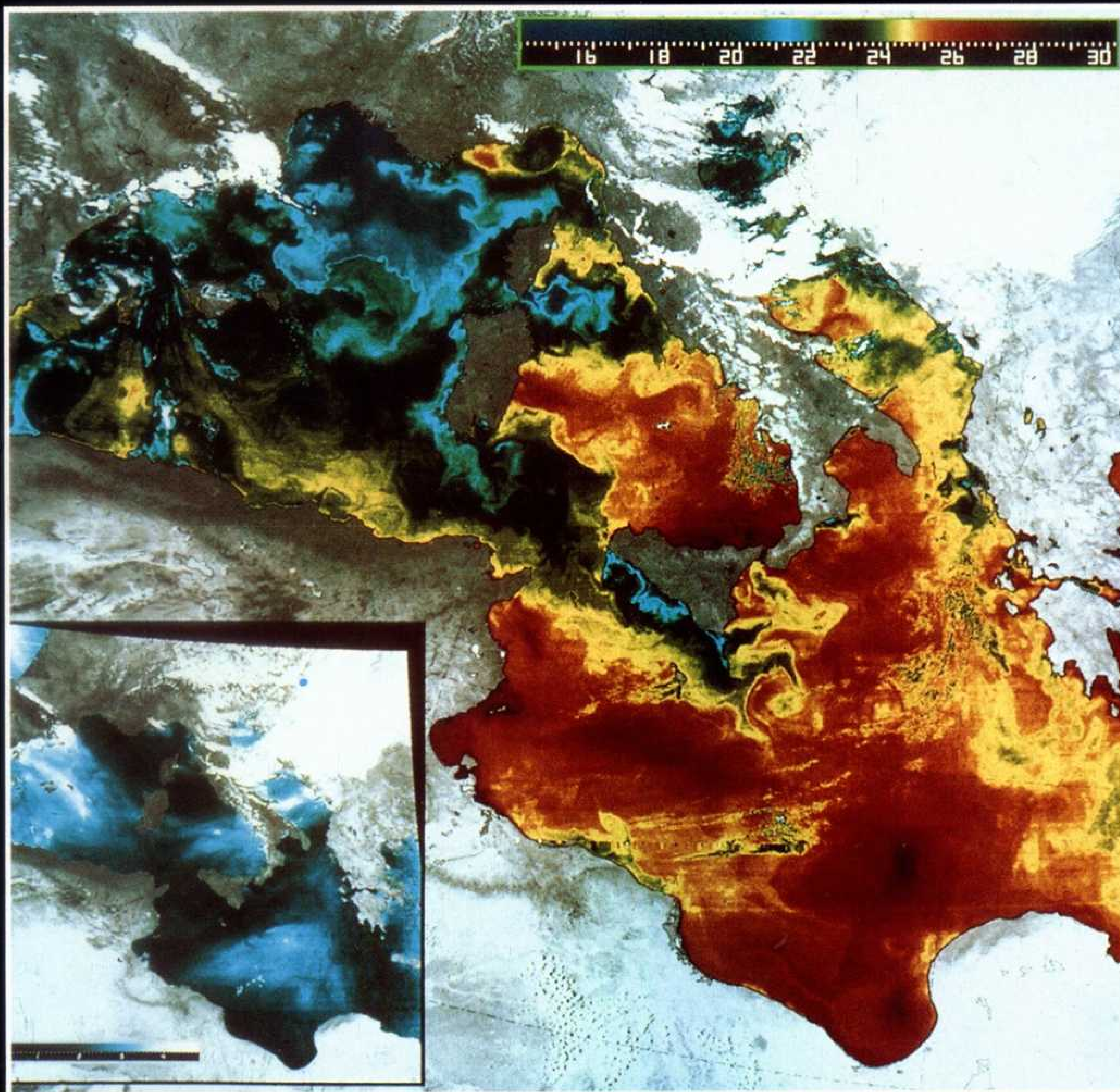






Vientos en popa

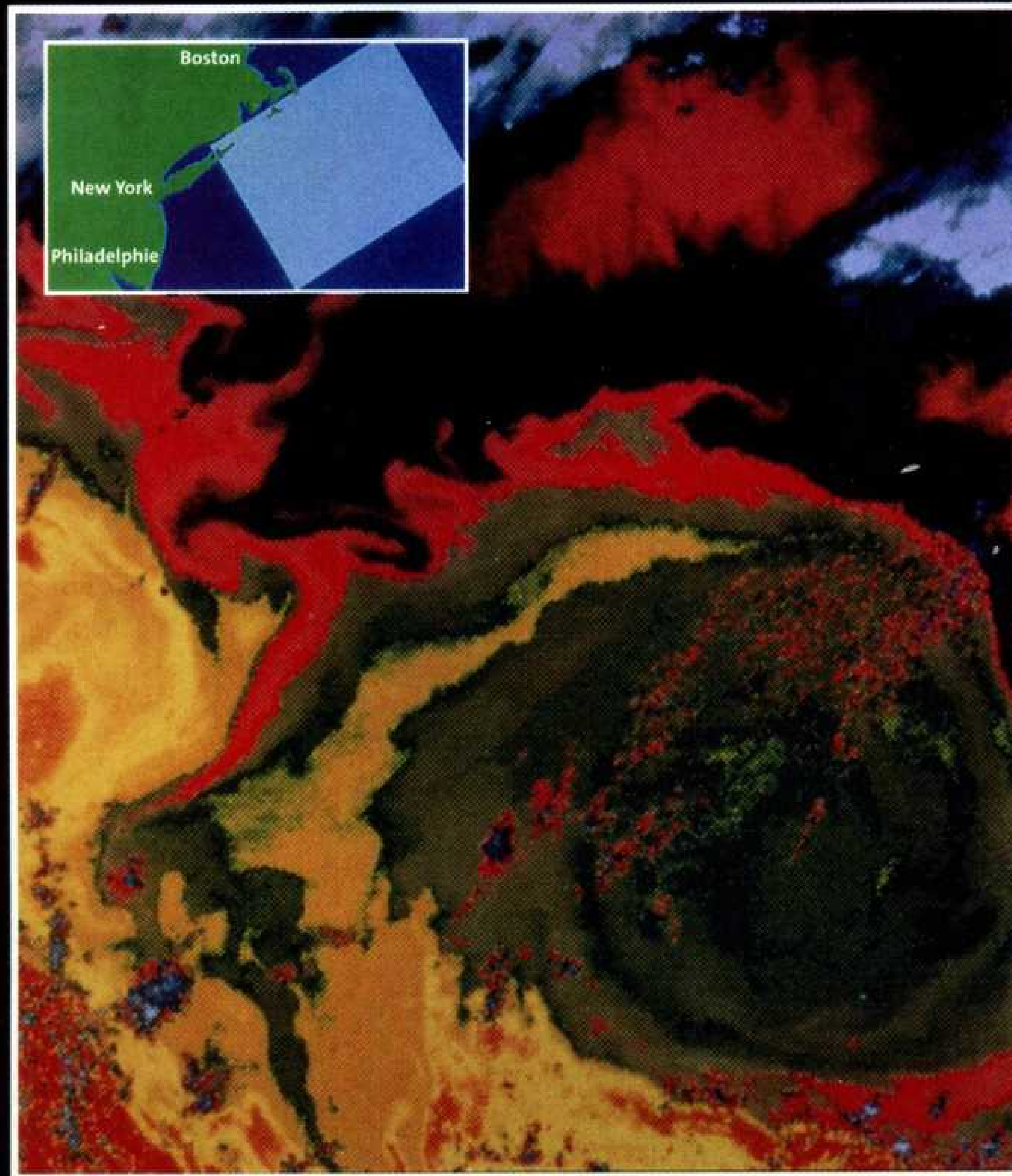
Los satélites artificiales controlan también la distribución y la intensidad de los vientos oceánicos. En la imagen inferior se encuentra fotografiada la distribución de los vientos, partiendo del azul oscuro (velocidad hasta cuatro metros por segundo, cerca de 15 km/h), para pasar al rojo (entre cuatro y 24 m/s, 15 y 90 km/h) y acabar en el amarillo (más de 100 km/h). Se pueden apreciar tempestades en el Atlántico norte, el Pacífico meridional y al sur de África, mientras que está claramente visible la franja de tranquilidad relativa que coincide aproximadamente con el Ecuador. Se trata de la llamada 'Zona de Convergencia Intertropical' que traza una especie de división en las aguas por los movimientos de la atmósfera entre el Ecuador y los Polos, en los hemisferios septentrional y meridional. Los satélites vigilan continuamente las direcciones del viento sobre los océanos, y son el mejor instrumento de previsión para las embarcaciones. La imagen superior muestra, en cambio, las principales rutas comerciales navales elaboradas según las señales que emiten desde su posición las propias naves.



Agua caliente o agua fría

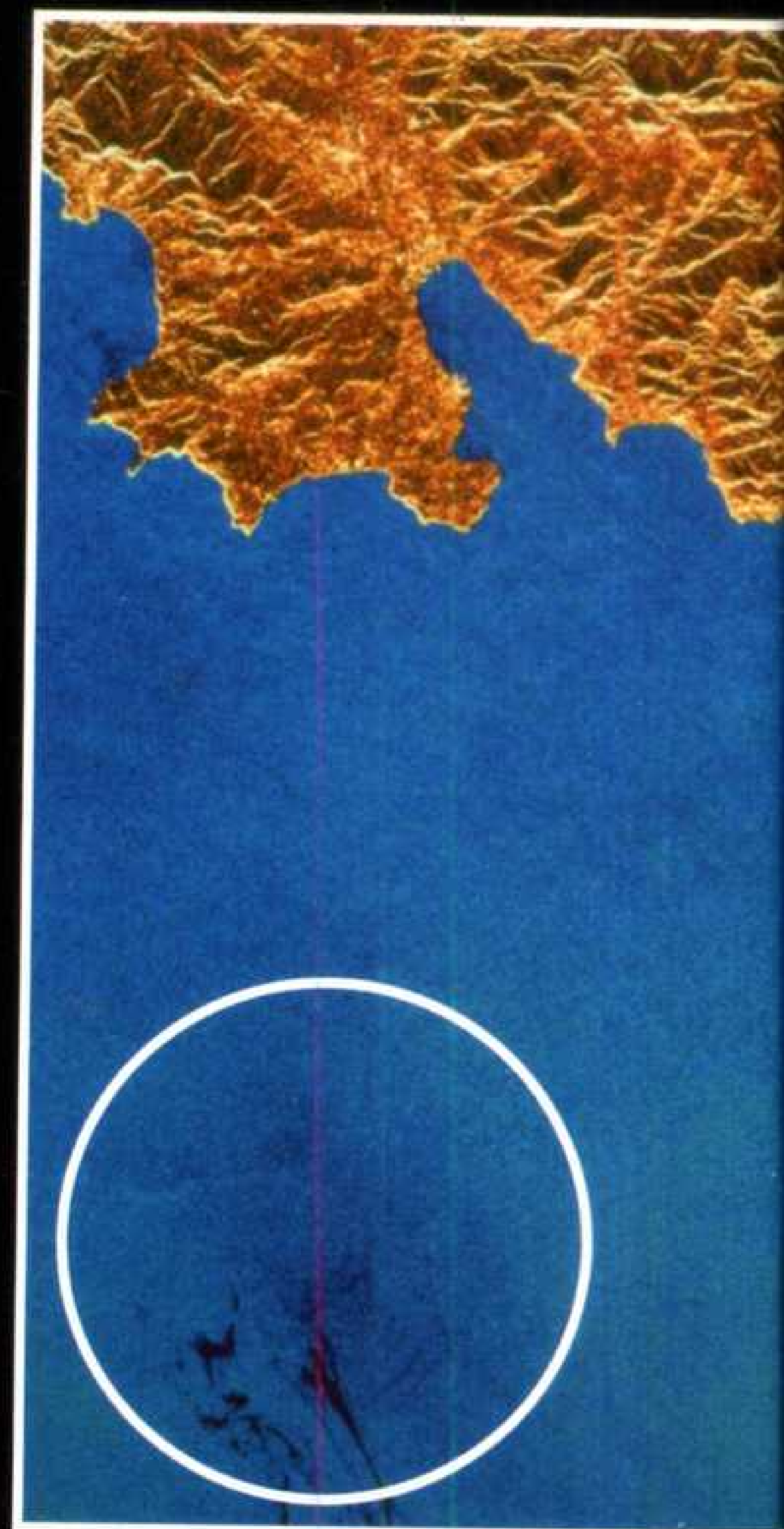
Parece un cuadro abstracto pero es una foto realizada por un satélite que representa las variaciones de temperatura en la superficie del Mediterráneo, desde España a Grecia. La temperatura, como se aprecia en la escala de colores insertada en la parte superior de la fotografía de la izquierda, varía desde los 16 a los 28 grados y representa una situación típica del mes de agosto. En el recuadro dentro de la foto, se aprecian las variaciones de humedad de la atmósfera en el Mediterráneo, con un máximo en azul oscuro y un mínimo en blanco. El análisis de la temperatura superficial del mar, en términos científicos SST (Sea Surface Temperature), no sirve sólo para elegir el lugar más conveniente para ir de vacaciones: un aumento de la temperatura media de las aguas superficiales, a su vez determinado por el efecto invernadero, reduce la absorción del anhídrido carbónico de las aguas oceánicas aumentando su concentración en la atmósfera y también el mismo efecto invernadero que entra en un círculo vicioso. La temperatura de la superficie del mar representa así una especie de barómetro del efecto invernadero. Para medirla con una precisión de décimas de grado los satélites artificiales cuentan con instrumentos como el ATSR (Along Track Scanning Radiometer), que utiliza sensores infrarrojos para captar el calor del agua y sensores de microondas para medir la cantidad de vapor y la humedad de la atmósfera. En la fotografía inferior de la izquierda, observamos la distribución de la temperatura a lo largo de la costa nordeste de Norteamérica, cuando la cálida Corriente del Golfo (la zona roja, abajo) en dirección nordeste se mezcla con las aguas gélidas de la Corriente del Labrador que se mueve de norte a sur (área azul oscura, arriba). El resultado es un gigantesco movimiento circular de agua (en verde) que parece un remolino. Con el estudio de estos fenómenos, invisibles sin los satélites, los científicos esperan resolver los misterios que intervienen en la dinámica del clima terrestre.

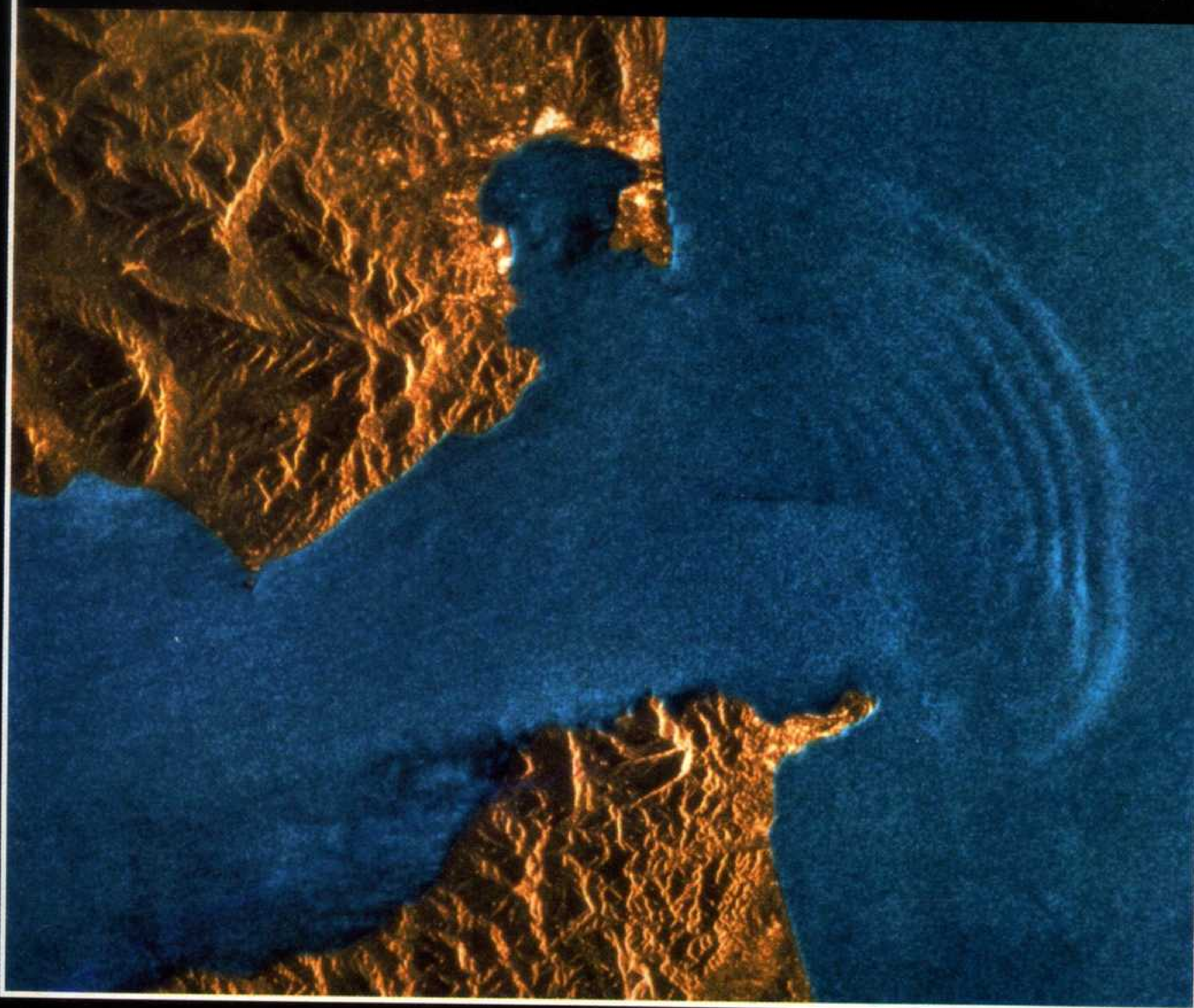




Más sal, por favor

Esta imagen espectacular del estrecho de Gibraltar muestra una serie de olas larguísimas (dos kilómetros entre cresta y cresta) que se desplazan desde el Atlántico hacia el Mediterráneo. Son olas invisibles con aparatos ópticos normales, pero que los instrumentos de los satélites han desvelado. Su naturaleza es muy diferente a la de las olas normales: las provocan, en efecto, movimientos de capas de agua con diferentes grados de salinidad, que se mueven hacia arriba y hacia abajo, combinándose con la fuerza de la marea. El Mediterráneo cuenta con una balanza hídrica particular: es sustancialmente un dique semicerrado, que cada año recibe aguas de las precipitaciones pluviales cercanas a 1.150 kilómetros cúbicos sobre una superficie de 2.500.000 kilómetros cuadrados y 230 kilómetros cúbicos procedentes de las desembocaduras de los ríos, pero registra una evaporización de 4.690 kilómetros cúbicos. El resultado es un déficit anual de 3.310 kilómetros cúbicos de agua, que se compensa por la llegada de agua del Atlántico a través del Estrecho de Gibraltar. Si se bloquease hipotéticamente el Estrecho con un dique, el nivel de las aguas del Mediterráneo descenderían anualmente un metro y en 1500 años la cuenca se habría secado. En realidad, así se encontraba hace cinco millones de años, pero los sucesivos movimientos de la corteza terrestre terminaron abriendo el paso e hizo posible que el Mediterráneo se llenara de agua en los 300.000 años siguientes.







Clima en los hielos

Los satélites artificiales no controlan sólo el agua líquida de los océanos, sino también la que se encuentra en estado sólido en los glaciares de las zonas polares (foto superior pequeña). La imagen de la derecha muestra, en colores ficticios, la extensión de los glaciares sobre Groenlandia. A cada color corresponde un nivel de altura del manto helado, que va desde pocas centenas de metros sobre el nivel del mar (verde) hasta 3277 metros de cota (la punta blanca en el centro). Analizando la variación en el tiempo de estas franjas coloreadas se puede calcular el cambio del espesor de los glaciares y establecer si, como se teme, el calentamiento atmosférico está provocando su deshielo progresivo.



Ojo al peligroso petróleo

Para la vigilancia de la contaminación marina, los satélites artificiales son la mejor y más fiable arma a nuestra disposición. Estos centinelas espaciales son capaces, por ejemplo, de identificar al instante los vertidos de petróleo sobre la superficie del mar, desde las pequeñas fugas de hidrocarburos de los petroleros que lavan ilegalmente sus cisternas en alta mar hasta las verdaderas catástrofes ecológicas con miles de litros arrojados al mar. El petróleo presente en la superficie del mar tiene el efecto de atenuar las olas y, por ello, puede ser descubierto por los radares de los satélites, que miden el diferente grado de *rizos* en el agua. En la foto grande se observa cómo el satelite ha detectado dos manchas grandes de petróleo estrechas y largas a lo largo de la Costa Azul francesa, visibles en las dos zonas oscuras a la izquierda. Solamente 24 horas después, aviadores militares franceses descubrieron la mancha de petróleo y dieron la alarma activando las medidas anticontaminación. Mucho más grave fue el desastre ecológico provocado en diciembre de 1992 ante la costa española de A Coruña, tras un accidente sufrido por el petrolero Mar Egeo. En la foto pequeña marcada con el círculo blanco se ve en azul oscuro la extensión de la mancha el 13 de diciembre, 10 días después del accidente, mientras en azul más claro la extensión de la mancha tres semanas después. Como se ve, el satélite ha descubierto que la mayor parte del petróleo se encontraba presente todavía pese a la acción de los descontaminantes.

AND ROUTE'98 ESPAÑA Y PORTUGAL. La tercera versión de este programa, ideado para planificar al detalle viajes por carretera, permite conectarse a Internet y visualizar el estado del tráfico en tiempo real (AND).

SECCIÓN COORDINADA POR JOSEP MARIA ESCOFET

Historias Constitucionales

Este año se celebran los primeros veinte años de vida de la Constitución Española. Para festejarlo, *Las Constituciones Españolas* propone un paseo virtual por la España de hace dos décadas para revivir los históricos días que moldearon la carta magna de 1978. El título repasa los pormenores del complicado proceso constituyente a través de una completa cronología y de entrevistas exclusivas con los principales artífices del texto constitucional. También recopila las noticias más importantes que se produjeron en el ámbito internacional para situar en su justa medida un episodio fundamental de la reciente memoria de nuestro país. Además, el programa contiene los textos íntegros de todas las constituciones de la historia de España. Desde la de Bayona de 1808 hasta la que dio forma a la II República en 1931, el último texto constitucional antes de nuestra actual carta magna.

Las Constituciones Españolas
Erbe Software
4.990 pesetas



Del dicho al hecho

Nada ha vuelto a ser igual desde que el hombre se dio cuenta de su capacidad para cambiar la Historia. Si la inteligencia ha alumbrado grandes civilizaciones y la Historia es un gigantesco juego de causas y efectos, *Ideas y Eventos que Cambiaron el Mundo* repasa los acontecimientos y los pensamientos que, a lo largo de los siglos, han cambiado el curso de la humanidad. Ambos títulos están basados en las prestigiosas enciclopedias *World Ideas* y *World Events* e incluyen animaciones en tres dimensiones, videos explicativos, un glosario de frases célebres, un sistema de navegación interactivo y varios pasatiempos para jugar con el ordenador mientras se echa un vistazo a lo más destacado de la Historia.



Eventos que cambiaron el mundo
Global Media
3.500 pesetas

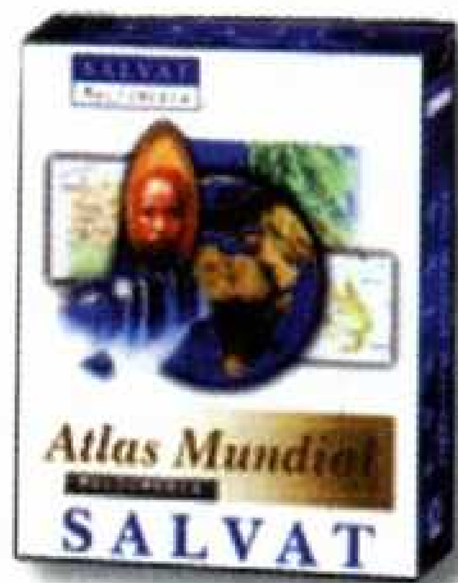
Cien años en portada

A las puertas de un nuevo milenio, el siglo que pronto dejaremos atrás cabe en los escasos centímetros de un cd-rom. *Crónica del Siglo XX* repasa los acontecimientos del último centenar de años a partir de la redacción virtual de un periódico en tres dimensiones. De las dos devastadoras guerras mundiales a la alentadora llegada del hombre a la Luna: seis mil artículos, más de cien biografías, tres mil fotografías y diferentes archivos de sonido y de vídeo repasan las noticias que han merecido portada y titulares a lo largo de este siglo. Y para actualizar la información el programa cuenta con el servicio Crónica Online, que permite renovar y ampliar datos a través de Internet.

Crónica del Siglo XX
Zeta Multimedia
4.900 pesetas

El mundo en el ordenador

La pantalla del ordenador se transforma en una ventana abierta al mundo con la nueva versión del ya clásico *Atlas Mundial Multimedia* de Salvat. Con el universo como telón de fondo, un globo terráqueo en tres dimensiones da la bienvenida a quien quiera asomarse a cualquier rincón del planeta desde esta obra de consulta interactiva. El atlas incluye cientos de mapas, miles de datos geográficos con hipervínculos a los recursos habituales de la multimedia y gráficos estadísticos para establecer comparaciones entre distintos territorios. Y para poner en práctica los conocimientos adquiridos, dos juegos interactivos añaden un componente lúdico a esta lección de geografía.



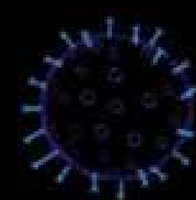
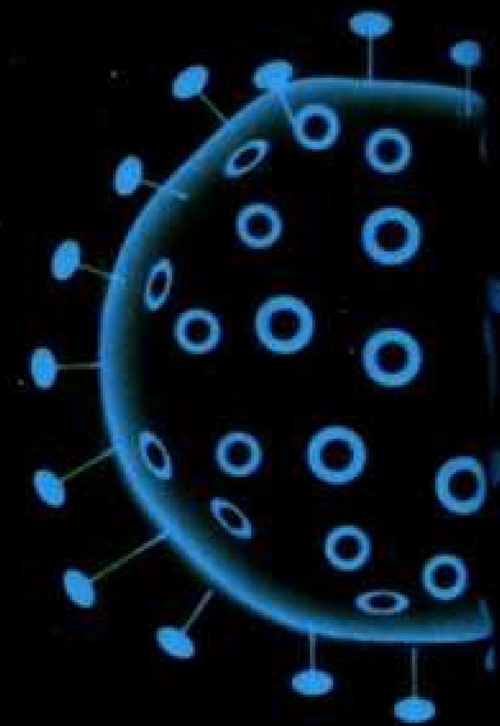
Atlas Mundial Multimedia
Salvat Multimedia
7.900 pesetas



Magnates virtuales

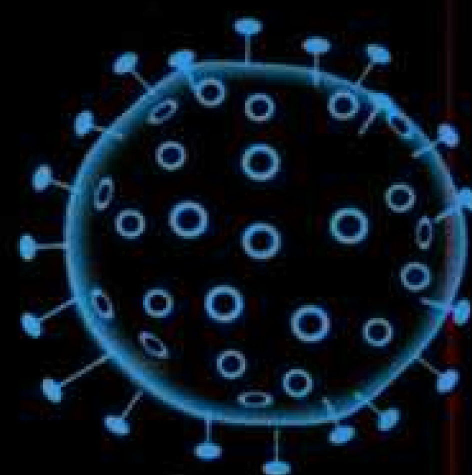
Ambición y escasos escrúpulos. Ambas cosas serán necesarias para lograr el objetivo que propone este programa: convertirse en un magnante de la industria y llegar a la cima del éxito empresarial. *Industry Giant* es un peculiar videojuego que se apunta a la simulación económica, una modalidad que cada vez cuenta con más adeptos entre los aficionados al género de la estrategia por ordenador. En *Industry Giant* el jugador toma el papel de un brillante ejecutivo que se propone crear un imperio a partir de una modesta compañía de creación propia. Para ello deberá abrir fábricas, desarrollar redes de transporte, establecer precios, invertir en nuevas tecnologías y, sobre todo, enfrentarse a sus duros competidores en busca del monopolio de la industria y del comercio en la jungla del capitalismo más competitivo.

Industry Giant
Friendware
7.990 pesetas

Cobayas humanos

Venden su cuerpo al mejor postor. La Ciencia los necesita. Son voluntarios dispuestos a experimentar en carne propia los efectos desconocidos de los nuevos medicamentos. Gracias a estas cobayas la cura de muchas enfermedades está cada día más cerca



POR BERNARDO GUTIÉRREZ

Aquella mañana, Fernando Rodríguez Segura se levantó más nervioso de lo normal, algo parecido a la víspera de un examen. Tenía como referencia la experiencia de amigos que habían pasado por la misma prueba y estaba casi convencido de que nada malo le podía suceder. Pero un hormigueo de incertidumbre se iba adueñando de su cuerpo según se acercaba el momento de tragarse la cápsula. Su misión no era otra que la de probar en sus propias carnes la posología, las contraindicaciones, las incompatibilidades y los posibles efectos secundarios del paracetamol. El momento se acercaba y Fernando se seguía haciendo una pregunta: «¿Qué hago yo aquí?».

Como este joven, cientos de personas ejercen voluntariamente de cobayas humanos. Son los 'catadores' de fármacos, piezas imprescindibles del engranaje farmacológico. Sin su ayuda las investigaciones farmacéuticas no podrían realizarse. Pero estos 'kamikazes' de la Ciencia no se ofrecen para probar una sustancia que todavía no está comercializada por amor al arte. En el caso de Fernando, la razón por la que se convirtió en conejillo de Indias no fue otra que el dinero: 60.000 pesetas por tres sesiones en tres días.


En otras ocasiones, las pruebas se realizan en enfermos y el beneficio no es económico, sino terapéutico.

Un riesgo calculado

La legislación que regula estas investigaciones es muy estricta. Estos experimentos están controlados por el Real decreto de Ensayos Clínicos 561/93. Cualquier proyecto necesita ir acompañado de un protocolo que recoja información detallada sobre la investiga-

continúa en pág. 118 →




Ilustración: Francisco Castracane

ción. A su vez, este protocolo tiene que ser aprobado por un Comité Ético de Investigación Clínica –todo hospital importante tiene uno– y por la Dirección General de Farmacia y Productos Sanitarios, que depende del Ministerio de Sanidad y Consumo.

Algo imprescindible es que las personas que ejerzan temporalmente de cobayas lo hagan de forma completamente voluntaria y otorguen su consentimiento una vez hayan sido informados concienzudamente. Por si fuera poco, el Real Decreto obliga al promotor del ensayo a concertar un seguro de 30 millones por si le ocurriese algo al voluntario que puede a su vez retirarse del ensayo en cualquier momento sin expresar la causa.

«Acepté porque yo he estudiado la sustancia y sé que los efectos secundarios son solamente posibles. No suele pasar nada», asegura Fernando Rodríguez. Este joven estudia cuarto de Medicina en la Universidad de Navarra y hace unos meses decidió acercarse a la C.I.F.A., Centro de Investigación de Farmacobiología Aplicada, en la ciudad de Pamplona, donde se realizan este tipo de ensayos clínicos.



CONEJILLOS DE INDIAS. En una primera fase, los fármacos se experimentan en ratones, cobayas y conejos, pero la prueba de fuego es el control de sus efectos en seres humanos.

Pero, ¿son estos cobayas humanos materialistas que sólo se preocupan por su monedero o seres que sacrifican su salud en beneficio del avance científico? «Los voluntarios son, por lo general, gente que conoce la importancia de los ensayos, estudiantes de Medicina o de Farmacia, incluso personal del mismo hospital. Pocas personas se ofrecen exclusivamente por el dinero, aunque está claro que es un aliciente para mucha gente», afirma el doctor Eduardo Gutiérrez, secretario del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Doce de Octubre de Madrid.

Cierto es que las compensaciones económicas no son lo suficientemente suculentas como para que alguien se decante por la 'farmacocarrera', pero sí lo bastante apetecibles como para hacer que cientos de estudiantes hayan dejado de ser ratas de biblioteca para convertirse en conejillos de Indias. Las necesidades económicas han empujado a muchas personas a firmar este peculiar matrimonio de conveniencia con las marcas farmacéuticas. «Por otro lado, nunca aprobamos proyectos en los que las compensacio-

continúa en pág. 120 →

nes económicas son excesivas. No queremos que las personas pierdan la libertad de elección por lo desorbitado de la cifra», asegura el doctor Gutiérrez. La cantidad a recibir se especifica en cada ensayo clínico y varía mucho de uno a otro.

▶ Etapas del experimento

La investigación de un fármaco pasa por diversas fases. Antes de que alguien pruebe una sustancia se han realizado fases preliminares para asegurarse de la ausencia de riesgos importantes del fármaco en el cuerpo humano. En la etapa preclínica se estudian las reacciones químicas de la sustancia. Luego existe un periodo de experimentación en animales, en la que se define el perfil toxicológico y farmacológico de la misma: ratones, conejos y cobayas son los más utilizados. Según el Real Decreto, hasta que no es comprobada la seguridad de una sustancia en al menos tres especies animales no se da luz verde a la investigación en humanos.

Tras este paso, se utilizan voluntarios sanos y se observa cómo tolera y asimila el cuerpo la sustancia. En las fases posteriores se trabaja con enfermos en distintos grados. «Es

continúa en pág. 122 →



COMPENSACIONES ECONÓMICAS. Santi, recién licenciado en Derecho, asegura que su relación con los laboratorios es «un matrimonio de conveniencia». Él necesita el dinero y ellos, su cuerpo.

Los doctores de la muerte

Las historia negra de la experimentación

• **La historia** está llena de episodios trágicos relacionados con ensayos clínicos, repleta de médicos que, enarbolando la bandera del progreso científico, cometieron las más ultrajantes violaciones de los derechos humanos. En la Alemania nazi, los campos de concentración fueron auténticos bancos de pruebas para los investigadores. El doctor Joseph Mengele pasó tristemente a la Historia como *El doctor muerte* por sus experimentos: niños retrasados contaminados de tifus, neuróticos sometidos a corrientes de 400 voltios, miles de prisioneros judíos mutilados y expuestos a drogas experimentales... Estas acciones dieron pie a que con posterioridad se publicasen códigos éticos para regular los ensayos clínicos. El primero fue el Código de Nüremberg en 1949. Posteriormente, en 1964, se adoptó la conocida como Declaración de Helsinki, que ha sido renovada en varias ocasiones y que hoy en día es la 'Biblia' de los postulados éticos para los investigadores. A pesar de ello, a mediados de los años 70 estalló en Estados Unidos el escándalo de Tuskegee, por el que el mismísimo Bill Clinton ha pedido recientemente perdón: más de 430 personas de raza negra afectadas de sífilis fueron privadas de penicilina en Alabama con la finalidad de observar el desarrollo de la enfermedad. A partir de entonces se fueron introduciendo controles más férreos para eliminar los excesos de los investigadores. Aún así, no dejan de salir a la luz pública casos que se apartaron de la tupida telaraña legal que se tendió para evitar excesos. Los experimentos radioactivos en esquimales, negros, soldados y deficientes que realizó el ejército de Estados Unidos en los años 40 y 60, los bebés australianos que fueron utilizados en Melbourne en investigaciones de vacunas contra el herpes y la tosferina, los ensayos que un buen número de países realizaron con mujeres del tercer mundo embarazadas de SIDA... Y más ejemplos que empañan la historia de la Medicina.

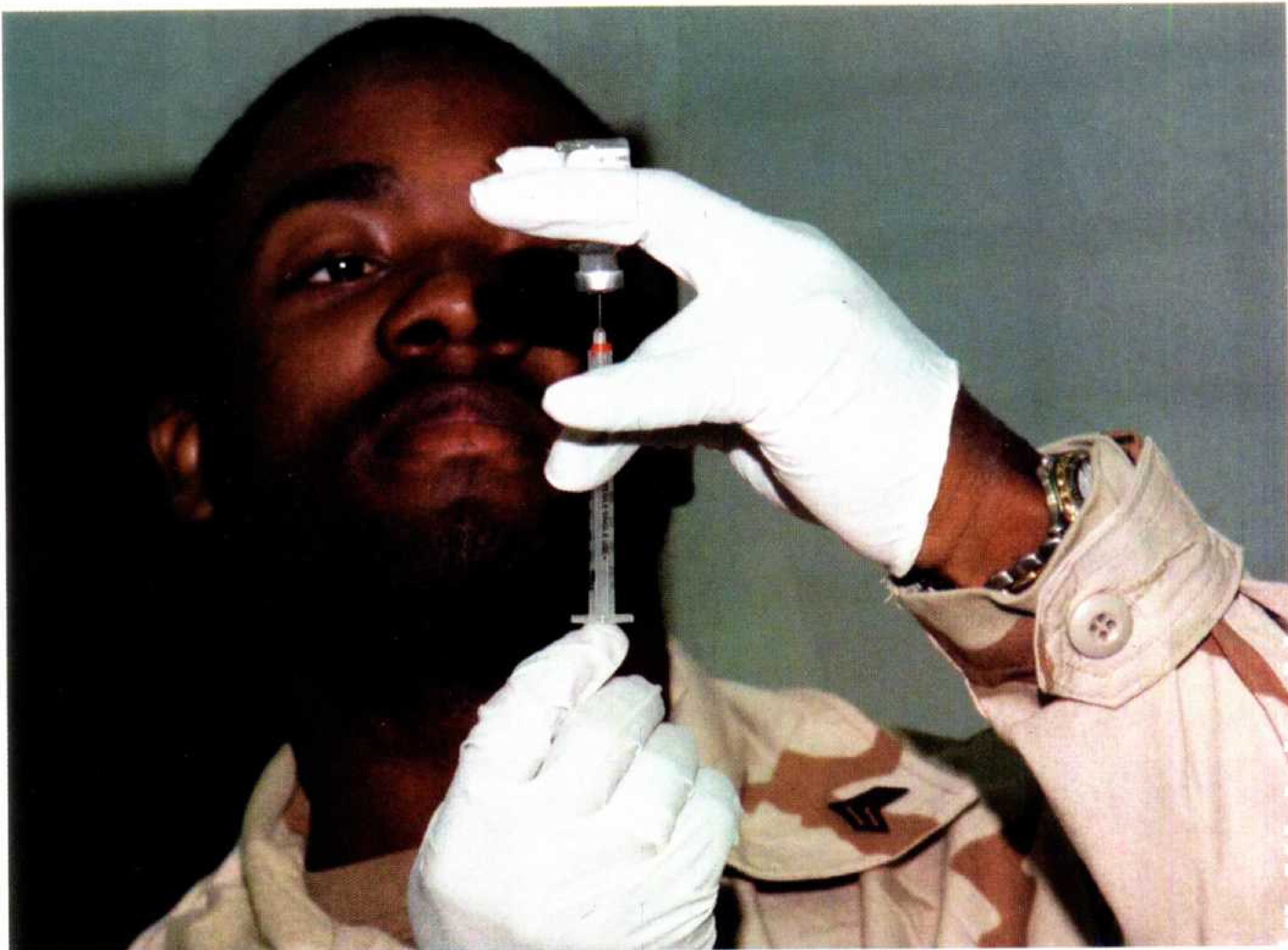




INVESTIGACIONES NAZIS. Los atroces experimentos realizados por los nazis en centros de exterminio como el castillo de Hartheim (foto superior), impulsaron el nacimiento de códigos éticos.

un periodo bastante largo, suele tener una duración de seis años. Además, de todos los fármacos que se prueban, sólo uno de cada cinco llega a comercializarse», asegura la doctora Carmen Fernández, secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital de Torrecárdenas de Almería.

En todas estas etapas hay algo que juega un papel muy importante: la psicología. Puede ser más eficaz una cápsula llena de miga de pan o de almidón que un medicamento. Incluso el color de la cápsula ingerida influye en las reacciones del organismo: el verde da mejores resultados que el rojo. Es pura psicología. La persona puede llegar en ocasiones a creer que siente los efectos de la sustancia, ya sean beneficiosos o secundarios. Para diferenciar los efectos psicológicos de los reales se utiliza el placebo, un medicamento sin sustancia activa desprovisto de acción farmacológica específica. Al voluntario se le comunica que se le va a administrar placebo y el medicamento sin que él sepa en ningún momento qué píldora es cada una. De esta manera, se evitan posibles desviaciones.



CUESTIÓN DE PSICOLOGÍA. Para diferenciar los efectos psicológicos de los reales, las dosis del medicamento se intercalan con placebo, una sustancia que no provoca efecto alguno.

Enfermos incurables

«El principal beneficio que espero del tratamiento es mi recuperación personal, pero sé que de alguna manera estoy contribuyendo al avance de la Ciencia». A Antonio (nombre ficticio), un enfermo de SIDA de 32 años, le ofrecieron hace poco en el Hospital del Rey de Madrid la posibilidad de entrar en un ensayo clínico con un nuevo medicamento. Después de barajar las ventajas y los inconvenientes, aceptó: «El comienzo suele ser duro, muchas pruebas, muchas pastillas y efectos secundarios. Pero en seguida me adapté». Antonio es uno de tantos. Las investigaciones sobre el SIDA se han multiplicado en nuestro país en los últimos años. Las marcas farmacéuticas han descubierto que España posee una verdadera cantera de voluntarios para sus experimentos y que miles de enfermos de SIDA se ofrecen para nuevos tratamientos. Cuando los experimentos se realizan con enfermos, éstos no reciben una recompensa económica. Es el beneficio terapéutico que pueden obtener lo que les mueve a convertirse en 'catadores' de fármacos. Con la colaboración de estos enfermos, el SIDA está siendo acorralado poco a poco. Además también se cuenta con la ayuda de personas sanas, como el grupo de 300 voluntarios que en Estados Unidos está demandando ser infectado con el virus del SIDA para realizar investigaciones sobre la enfermedad.

Hay voluntarios sanos dispuestos a infectarse con el virus del SIDA



La iniciativa partió de la Asociación Internacional de Médicos a Cargo del SIDA. Y la última palabra la tiene la intocable Food and Drug Administration de Estados Unidos. Todavía no se ha dado luz verde y estos 300 'kamikazes' de la Ciencia siguen esperando. Mientras, las investigaciones continúan en todo el mundo. La doctora María Jesús Pérez Elías, que trabaja con enfermos de SIDA en el hospital Ramón y Cajal de Madrid, afirma que, desgraciadamente, la mayoría de los enfermos encuentran en los ensayos clínicos la única forma de obtener medicación: «En fases poco avanzadas, los voluntarios son más escasos, pero siempre hay gente desesperada que se agarra a lo que sea».

La autopista submarina

▶ Ya ha entrado en la historia de las obras de ingeniería: cinco kilómetros sobre un puente y otros 10 bajo el agua permitirán atravesar en coche la bahía de Tokio. El proyecto ha costado 1,7 billones de pesetas. Veamos cómo se llevó a cabo este coloso de asfalto

POR FRANCESCA SERENI



UNA TANGENTE INCREÍBLE
La Aqualine es una autopista de peaje de 15 kilómetros de largo que conecta las ciudades de Kawasaki y de Kisarazu. Tras atravesar la bahía, desemboca en las dos autopistas que se encuentran a ambos lados: la del Litoral en la vertiente de Kawasaki, y la de Higashi Kanto en la vertiente de Kisarazu.

Aeropuerto de Tokio-Haneda
Kawasaki
Isla artificial de Kawasaki
Túnel submarino

La Tokio-bay Aqualine es una autopista de peaje de 15 kilómetros. A lo largo de la bahía, la distancia que separa el centro de Kawasaki y el de Kisarazu es de 110 kilómetros, pero atravesando la Aqualine se reduce a 30.
El peaje costará unas 4.300 pesetas durante los próximos cinco años (con descuentos promocionales durante los seis primeros meses) y casi 5.600 pesetas transcurridos seis años. Lo cierto es que el precio del peaje no tendrá apenas incidencia porque el tráfico estimado para el primer año se sitúa en torno a los 25.000 vehículos diarios, un número que irá creciendo por momentos.

Es evidente que los precios son altos, pero no desorbitantes, si tenemos en cuenta el coste total del proyecto, que ha superado los 1.7 billones de pesetas y que hacen de la Acqualine el segundo 'monumento' de tecnología de vanguardia después del aeropuerto de Osaka, enteramente construido sobre una isla artificial.

El problema marítimo

Sobre el puente sólo se han construido cinco kilómetros de carretera partiendo del litoral de Kisarazu; para el tramo siguiente se optó por un túnel ya que una carretera elevada hubiera entorpecido el abundante tráfico marítimo de la bahía de Tokio. Por tanto, y tras recorrer un primer tramo a nivel del agua, el puente se eleva progresivamente sobre 12 pilares bajo el agua hasta una altura de 27 metros, permitiendo así, sobre un tramo de casi 52 metros, el paso de naves de hasta 2.000 toneladas de arqueo. Esta monumental obra ha requerido la construcción de dos islas artificiales, la de Kawasaki, que hace de soporte al túnel, y la de Kisarazu, donde la carretera del puente se sumerge en el túnel submarino.

Es uno de los proyectos más ambiciosos de la ingeniería reciente

La isla de Kawasaki, que tiene un diámetro de casi 200 metros, cuenta con una torre para los dispositivos de ventilación. Por su parte, la isla de Kisarazu tiene una superficie de 650 metros de longitud por 100 metros de ancho. Pero, ¿cómo se ha podido construir un túnel de esta magnitud? Gracias a la TMB (Tunnel

continúa en pág. 126 →



UNA ISLA EMERGENTE
La carretera parte del litoral de Kisarazu extendiéndose sobre 5 kilómetros de puente para proseguir por la isla artificial de Kisarazu (que se muestra en la foto durante su construcción) hasta alcanzar el litoral de Kawasaki, con casi 10 kilómetros de túnel submarino.

LA INESTABILIDAD DEL TERRENO: UN ENEMIGO DERROTADO
En la ilustración se muestra la carretera que atraviesa la bahía de Tokio. La islas artificiales de Kawasaki y de Kisarazu forman parte de la construcción de la carretera. La excavación del túnel se reveló particularmente difícil por la inestabilidad del terreno.

Boring Machine), una máquina de fresar que permite excavar galerías en toda una sección, es decir, que cuenta en su parte delantera con un cabezal fresante del mismo diámetro que la galería que se desea construir.

La excavadora utilizada es la más grande del mundo

En el caso del túnel de Tokio era necesario garantizar durante todo el proceso la consistencia del terreno y superar la inestabilidad de los sedimentos arenosos y arcillosos, tanto en la fase de avance en el frente de excavación, como en la fase de puesta en marcha dentro del túnel de los dispositivos de construcción. En su conjunto, esta técnica se conoce como 'excavación mecanizada con escudo de protección', que garantiza la consistencia del terreno. Entre las galerías que han utilizado esta técnica está la de la bahía de Tokio que, con un diámetro exterior de 14,14 metros, es la más grande del mundo. La máquina está dotada con un cilindro de protección de acero (el llamado *escudo*) dentro del cual se ensamblan una serie de bloques de hormigón de forma trapezoidal (*segmentos* o *sillares*) de manera que éstos compongan un anillo. El conjunto de anillos ensamblados crea la estructura de revestimiento externo del túnel. Gracias a su gran consistencia, la estructura que se va formando constituye además el punto de apoyo sobre el que la máquina ejerce una fuerza de impulsión que permite llevar adelante el escudo de protección y el cabezal fresante sobre el frente de excavación.

▶ El controlador de 'lodo'

Sin embargo, debido a las condiciones del terreno, formado de sedimentos arcillosos moldeables y sedimentos arenosos disueltos, la tecnología de escudo que se venía utilizando hasta ahora no habría permitido la excavación de un túnel con una galería de estas proporciones. Por ello, a la técnica con escudo de protección se sumó otra de última generación: la parte delantera de la máquina, a la altura del cabezal fresante, se presurizó introduciendo en su interior una sustancia viscosa en constante movimiento tanto mediante la rotación del cabezal fresante como por medio de agitadores dispuestos junto al cabezal. Esta sustancia viscosa, también llamada 'lodo', se obtiene de la mezcla de agua y bentonita, y actúa como un dispositivo de control de

Cabezal fresante laminado: es un disco rotatorio que excava el terreno y se encuentra en la parte delantera de la máquina

Conducto de vaciado del 'lodo' comprimido que se introduce en una cámara de mixtura

Martinetes de impulsión: hacen avanzar el cabezal fresante y el escudo de protección sobre los que se ensamblan los segmentos

Brazo de soporte temporizador: retiene los segmentos en espera de que se termine de ensamblar el anillo

Agitador: permite que el terreno excavado no se consolide manteniéndolo en contacto con el 'lodo' que se ha introducido

Conducto de descarga que expulsa la tierra excavada y el 'lodo' introducido

Revestimiento de sellado: evita los reflujos dentro del escudo desde la parte trasera

Elevador: iza los segmentos del depósito de acumulación para la construcción del anillo

El sillar es uno de los segmentos trapezoidales que, una vez ensamblados, forman la estructura del túnel. Cada uno mide 1,5 metros y pesa 10 toneladas

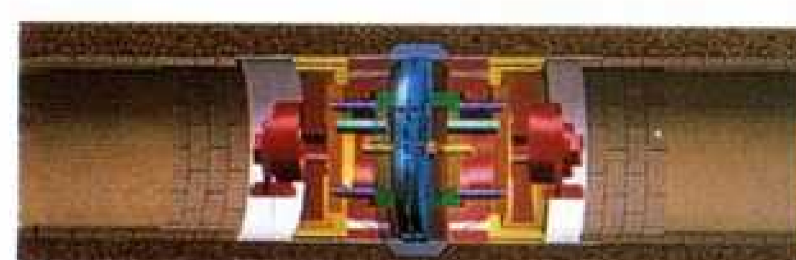
la consistencia del frente de excavación y como evacuador de los escombros extraídos. Para llevar a cabo todas estas funciones se utilizó un sistema de bomba, filtrado y sellado. Dada la magnitud de la sección que era necesario excavar en el túnel, resultaba difícil garantizar una presión uniforme en todo el frente de excavación, por lo que se utilizaron estas tecnologías que suponen un gran avance en los sistemas de bombeo, mixtura y aspiración del lodo, tanto en sus características químicas como físicas. También se emplearon complejos sistemas computerizados de supervisión y pilotaje que han coordinado todos los parámetros a tener en cuenta: los de conducción de la máquina (fuerza de progreso y velocidad de rotación del cabezal fresante), los de control del fluido de lodo (potencia y presión de entrada y salida), así como los de preparación del lodo (densidad, composición química y posibles aditivos). En el túnel de Tokio se utilizaron 11 segmentos de 1,5 metros y con un peso de casi 10 toneladas por anillo. En el transporte y ensamblaje de los segmentos se empleó maquinaria robótica de gran precisión. Para garantizar que el agua comprimida no se filtrara, se cubrieron los segmentos con un revestimiento

continúa en pág. 128 →

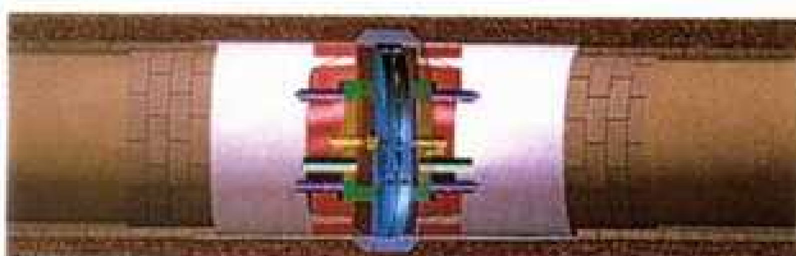
La unión subterránea del túnel



• **El acercamiento de** las dos fresas fue controlado por satélite, hasta quedar a 50 metros de distancia. Su posición se controló con sensores magnéticos y la dirección horizontal, mediante controles tipográficos por láser.



• **Tras corregir las** desviaciones respecto al recorrido previsto, a 50 metros de distancia entre las dos máquinas, se procedió al 'atraque'. Durante el desmontaje de las máquinas fue necesario consolidar el terreno.



• **Las partes internas** de las máquinas se desmontaron. Se realizó un retroceso de los discos rotatorios después de que las máquinas avanzaran lo máximo posible para que la porción de subsuelo por consolidar fuera mínima.



• **Una vez completo** el desmontaje de las máquinas, se procedió a enlazar los dos troncos del túnel. Posteriormente se recubrió el interior del túnel con un revestimiento de hormigón completando así la operación.

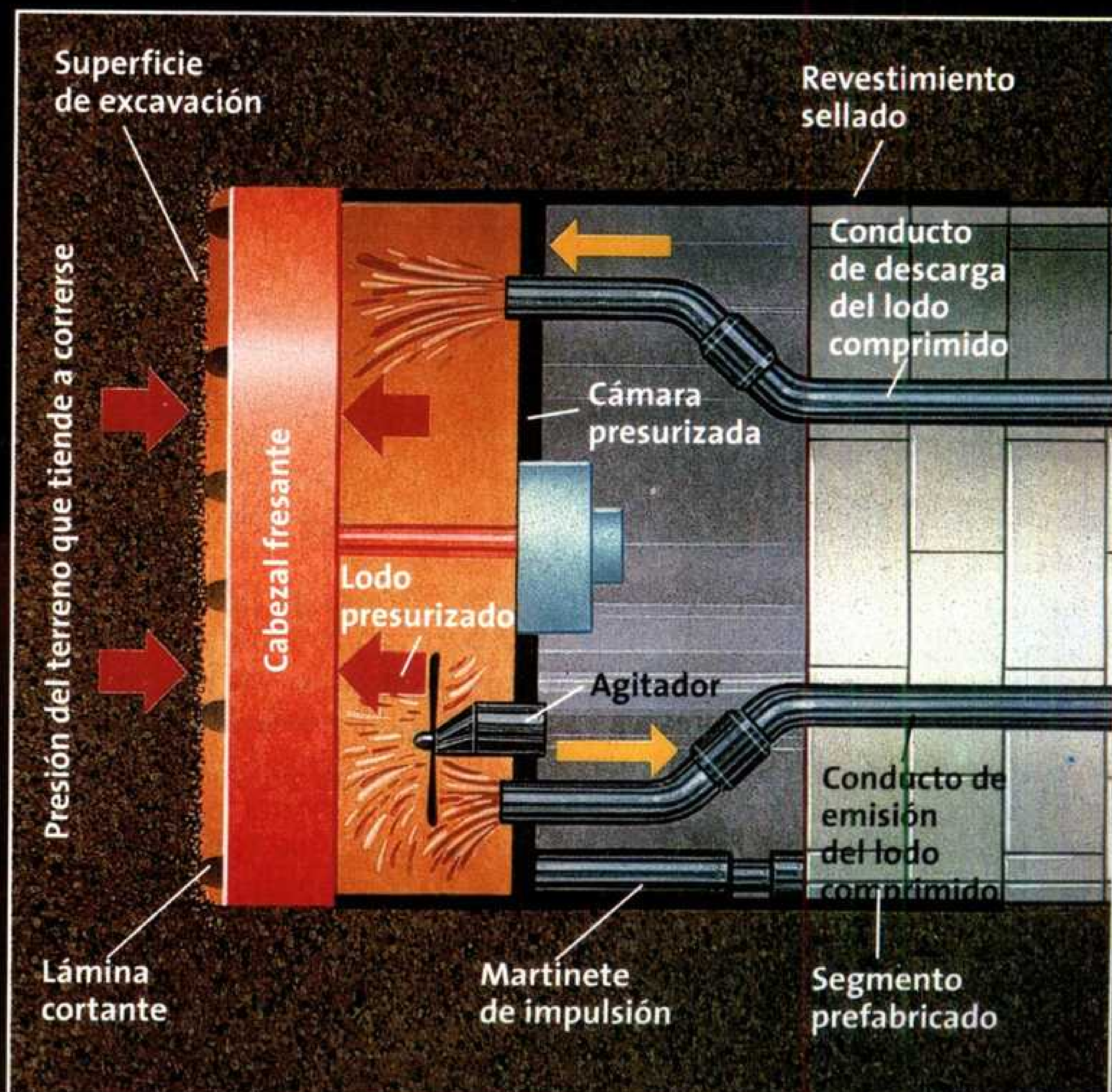
Cabina eléctrica

Cabina de pilotaje dotada de telecámaras y ordenador

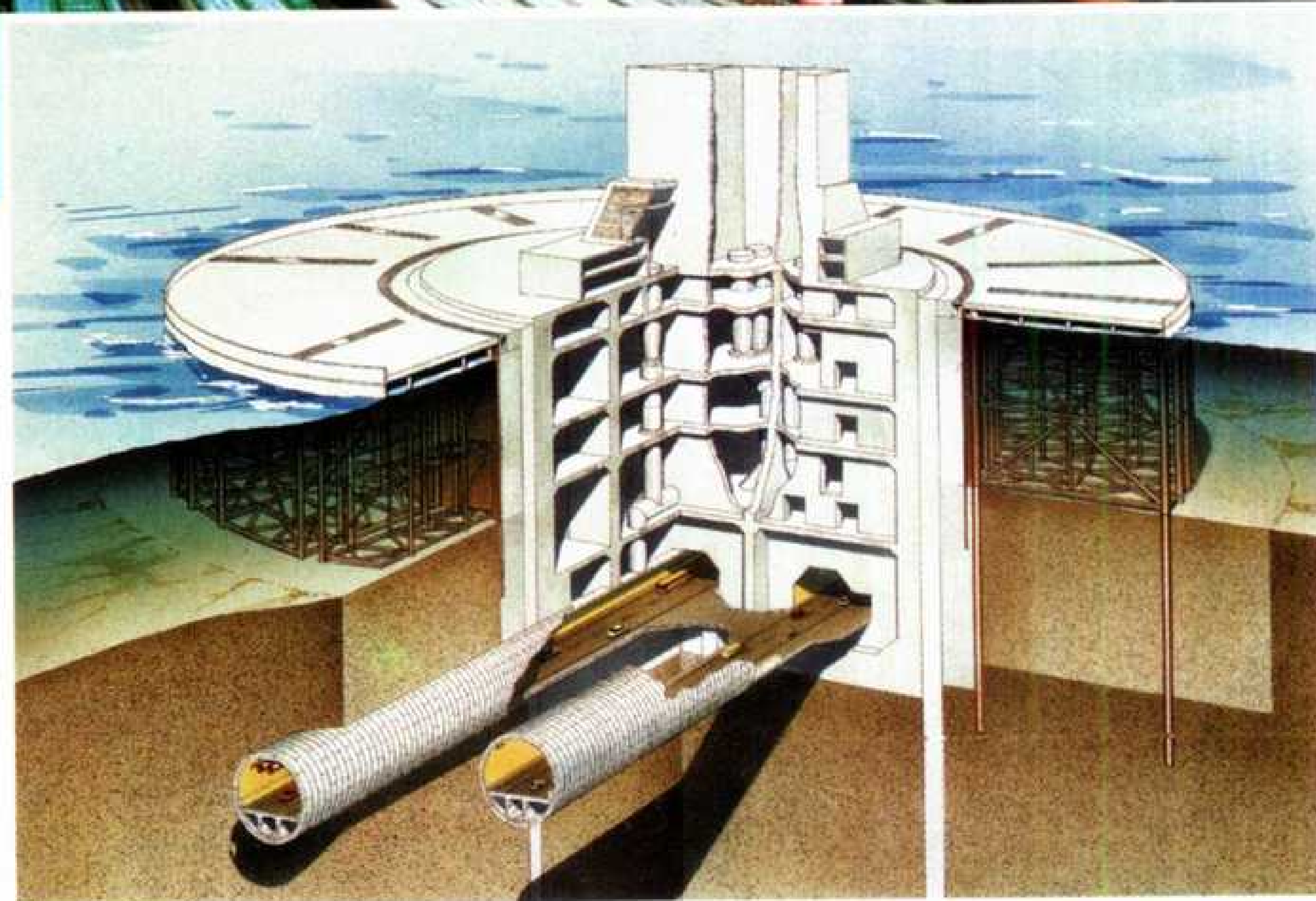
SE LLAMA 'TUNNEL BORING MACHINE' Y TIENE 14,14 METROS DE DIÁMETRO

Sobre estas líneas, una representación del interior de la máquina fresante (TMB) utilizada para excavar el túnel de la bahía de Tokio. La máquina une al anillo los segmentos prefabricados. Una vez ensamblado el anillo, el cabezal fresante excava haciendo avanzar el escudo de protección que alberga los segmentos destinados a construir el siguiente anillo. El escudo garantiza la consistencia del terreno circundante.

Cada fresa fue dotada de una cámara anterior presurizada para almacenar el 'lodo' que, tras atravesar un conducto especial, permite controlar la superficie del terreno en la fase de excavación, que de otra forma tendería a correrse. El material excavado pasa del cabezal fresante a la cámara presurizada, donde un agitador lo revuelve para que no se consolide y pueda ser aspirado y expulsado junto al 'lodo' comprimido por un conducto de descarga.



POR AQUÍ PASARÁN AL MENOS 25.000 VEHÍCULOS DIARIOS
En la foto, el interior del túnel submarino en fase de construcción. Se divide en dos sectores independientes para cada sentido de circulación, con tres carriles cada uno. En la ilustración inferior, una sección de la isla artificial de Kawasaki: tiene un diámetro de casi 200 metros y está dotada de una serie de dispositivos de ventilación.



La estructura del túnel se hizo a prueba de terremotos

de sellado. También se tuvo en cuenta la acción corrosiva de la sal marina sobre las partes metálicas y de hormigón de la estructura, y para combatirlo se empleó un cemento armado especial y todas las partes metálicas fueron sometidas a tratamientos antioxidantes. Pero ni siquiera una tecnología tan avanzada puede asegurar un total aislamiento, por lo que se cubrió el túnel de un segundo revestimiento impermeable en la parte interior de los segmentos, de forma que el agua que a pesar de todo se filtrara, quedara expulsada mediante sistemas de drenaje.

Los dos sentidos de circulación de la carretera que atraviesa la bahía de Tokio pasan por dos túneles de 10 kilómetros de largo.

Los trabajos se iniciaron en agosto de 1994 y se han utilizado ocho excavadoras. Gracias a la resistencia del cabezal fresante, cada máquina ha excavado casi dos kilómetros y medio de túnel, el doble de lo que son capaces tecnologías análogas.

Normalmente para bajar y subir las excavadoras, se utilizan pozos verticales. En el caso de las excavaciones de la bahía de Tokio, las TBM tenían que estar sobre el terreno, por lo que se tuvo que prever su desmontaje en el subsuelo, enlazando los túneles excavados y repitiendo la operación en las dos direcciones opuestas.

El desmontaje de las máquinas se aceleró lo máximo posible para limitar en lo posible la cantidad de terreno que faltaba por consolidar.

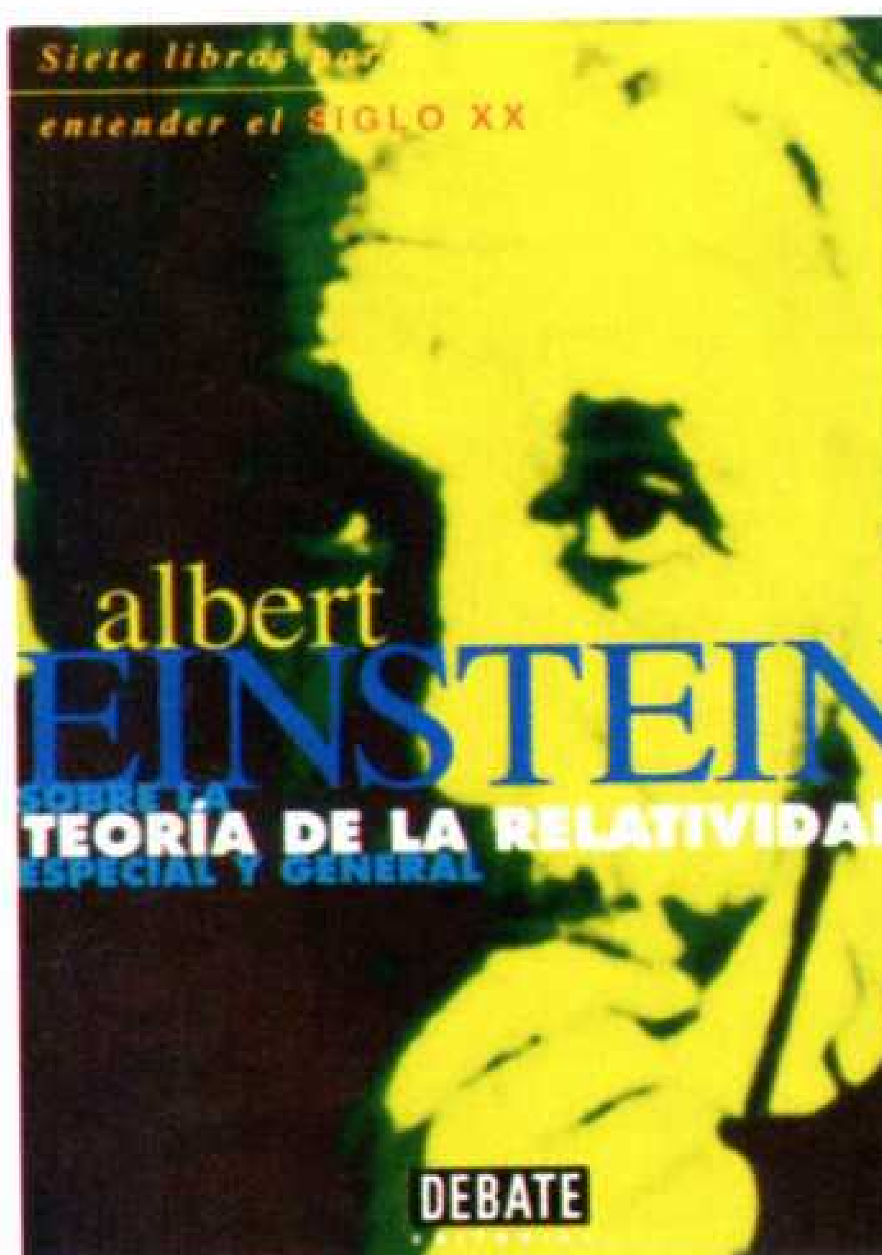
Para el enlace subterráneo se utilizaron tecnologías de gran precisión y el sistema de navegación por satélite GPS.

El famoso terremoto que sacudió la ciudad el 17 de enero de 1995 provocó algunos desperfectos en la construcción, pero los túneles que se habían excavado utilizando esta tecnología apenas sufrieron daños. De hecho, los túneles construidos con segmentos prefabricados son capaces de absorber las ondas de choque y las deformaciones mucho mejor que las estructuras monolíticas. Naturalmente en los últimos meses de trabajo, el túnel de la bahía de Tokio se sometió a una serie de pruebas antisísmicas para determinar tanto su elasticidad como su capacidad para absorber las posibles distorsiones que provocaría un temblor de tierra.

El libro de la lectura rápida. Un método sencillo para aumentar la rapidez de lectura, mejorando la comprensión y la concentración. Describe técnicas para utilizar mejor los ojos y el cerebro. (Editorial Urano).

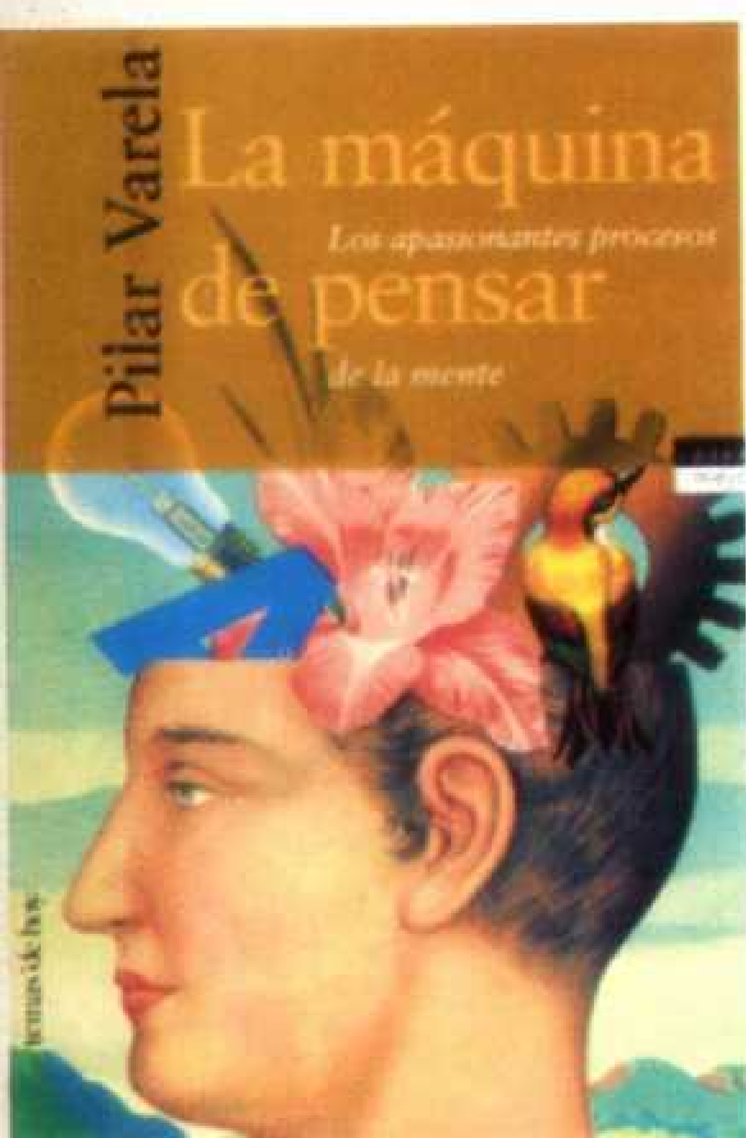
Una obra imprescindible para entender el siglo XX

Quién, alguna vez, no ha oído hablar de El origen de las especies, de Charles Darwin, o de la Teoría de la Relatividad enunciada por Albert Einstein?, dos obras de investigación colosales que han contribuido decisivamente a comprender mejor la vida y el universo. Con esa intención ha nacido la colección ***Siete libros para entender el siglo XX***, una iniciativa digna de elogio con la que la Editorial Debate pretende acercar al público las principales corrientes científicas, sociológicas, filosóficas... que moldearon la sociedad de los últimos 100 años.



Las dos obras mencionadas son una clara muestra de este empeño divulgativo. Como dice el propio Einstein en el prólogo de la Teoría de la relatividad, «en aras de la claridad me pareció inevitable repetirme a menudo (...); me atuve obstinadamente al precepto (...) de dejar la elegancia para los sastres y zapateros». Una opinión que resume fielmente el estilo que ofrecen los textos de esta atractiva colección.

Albert Einstein
Sobre la Teoría de la Relatividad
Editorial Debate
995 pesetas



Viaje al interior de la mente

¿De qué manera llenamos nuestra cabeza de ideas? ¿Se razona siempre con lógica? ¿Cómo se piensa? ¿Es el castigo útil o perjudicial a la hora de aprender?
En *La máquina de pensar*, la psicóloga Pilar Varela logra hacer fácil lo difícil: nos desvela, con una apabullante claridad, algunos de los procesos de la mente más apasionantes. Empezando por el pensamiento, el proceso más complicado y poderoso que existe. Para ello, la autora nos introduce en el interior del ordenador más sofisticado que se conoce: el cerebro humano.

Pilar Varela
La máquina de pensar
Temas de Hoy
1.700 pesetas

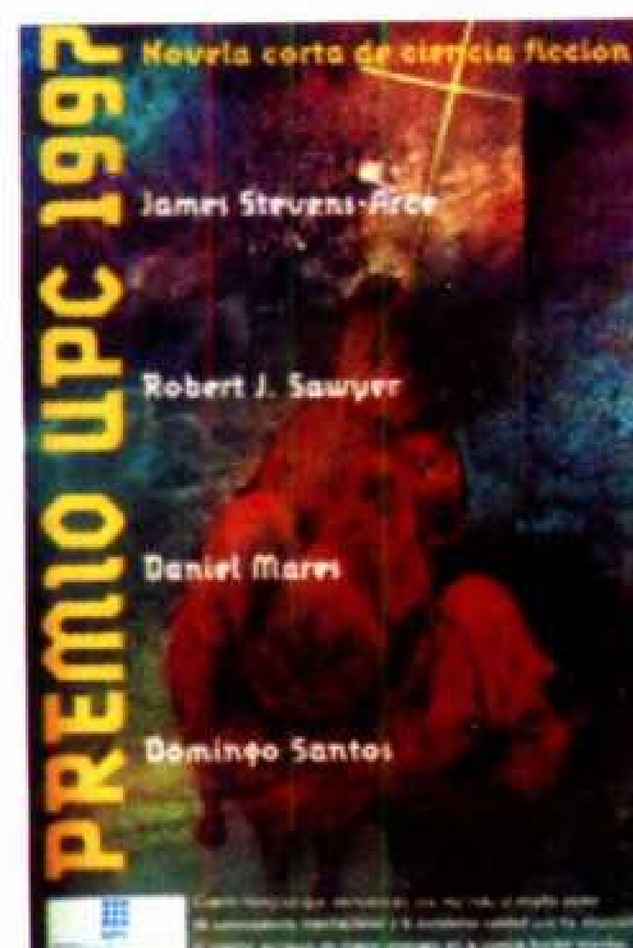
Miedo a un mundo habitado por robots

Con *Yo Robot* (1950) o la trilogía de la *Fundación* (1951-1953), Isaac Asimov pasó a convertirse en el más famoso autor de ciencia ficción de todos los tiempos. A él se debe la descripción de un universo en el que la humanidad se ha expandido hasta poblar unos 50 planetas. Pero también la idea de mundos en los que el hombre tan sólo compite con su propia creación: los robots.



Partiendo de esta situación, el físico estadounidense Gregory Benford, antiguo asesor de la NASA y de la Casa Blanca, nos acerca en esta novela a los turbulentos días del final del Imperio Galáctico imaginado por el gran genio de Asimov. Un libro para soñar con mundos quizá no tan irreales.

Gregory Benford
El temor de la Fundación
Ediciones B.
3.300 pesetas



Cuatro historias de ficción

Los relatos ganadores del Premio internacional de Ciencia Ficción 1997, que concede la Universitat Politécnica de Catalunya (UPC), han sido publicados en un sólo volumen, que incluye las narraciones de dos autores españoles. Un libro para gozar de la buena ficción.

James Stevens y otros
Novela corta de ficción
Ediciones B. Grupo Z
2.500 pesetas

Hacia una nueva organización del trabajo

En esta obra, basada en una amplia revisión sobre el impacto de las nuevas tecnologías en el empleo y en el comportamiento laboral, el lector encontrará una valiosa información para el esclarecimiento de los mecanismos que contribuyen a alentar los temores y la resistencia de la población trabajadora hacia el cambio tecnológico en las empresas. El libro trata también sobre los factores psicológicos asociados a la revolución industrial que se avecina.



Alberto de la Torre García
El desafío del cambio tecnológico
Editorial Tecnos
1.400 pesetas

Animales de campeonato

▸ **El más fuerte, el más rápido, el más inteligente, el más perverso... *Newton* ha analizado el reino animal para 'crear' dos superejemplares capaces de batir los principales récords. Todo un rompecabezas que descubrir**

POR MANUELA MENGHINI

Es una prerrogativa de los seres humanos atribuirse capacidades que corresponden a los animales y, del mismo modo, atribuir a los animales aptitudes que nunca han tenido. De hecho, expresiones del tipo «astuto como un zorro» o «corre como una liebre» forman parte del lenguaje habitual, pero no tienen ningún referente real en la naturaleza. El zorro no puede ser *astuto* y no es cierto que la liebre sea el animal más veloz.
El literato francés Gustave Flaubert escribía que las hormigas «inspiraron la idea de las cajas de ahorros». En todo caso, aunque la relación hombre-animal no tenga razones para existir, si se comparan los mecanismos mentales y las capacidades racionales, es lícito comparar las respectivas capacidades físicas. Aquí, el hombre siempre sale perdiendo. Considerando, por ejemplo, la carrera, el salto, el levantamiento de pesos y otras especialidades, igualmente en el caso de marcas olímpicas, los humanos no salimos muy bien parados. Los récords mundiales no son precisamente un atributo del hombre, ya que en el mundo de la naturaleza se dan continuamente milagros. Basta pensar en que el ser vivo más alto es una secuoya que alcanza los 111 metros.
En el reino animal los récords se despilfarran con resultados más extraordinarios, si tenemos en cuenta el hecho de que los animales los obtienen sólo con su fuerza, sin utilizar ningún instrumento, como hace el hombre. No obstante, los datos que aportamos han de ser precisados en el sentido de que no siempre es posible proporcionar un dato absoluto, ya que en ocasiones no se pueden efectuar comparaciones entre distintas especies o bien no existen investigaciones al respecto. Cuando hay datos precisos, se citan. Sin embargo, en el resto de los casos se indica la imposibilidad de proporcionar una marca absoluta. Por ello, lo que se hace es citar los récords alcanzados por las distintas especies. De cualquier forma, todo animal que haya sobrevivido y sobreviva, evolucionando y modificándose según los cambios ambientales, ya demuestra una habilidad nada despreciable.
Los animales se ven obligados a desarrollar algunas capacidades concretas y no otras, dado que las dificultades y los peligros varían según el hábitat. Por este motivo, hay especies que poseen un oído particularmente desarrollado, mientras que su vista no es nada excepcional. Es una de las mayores dificultades que se encuentran al comparar distintas especies, pero hemos intentado imaginar dos superanimales: uno que ostente el récord desde el punto de vista físico, y otro, desde el del comportamiento. Y he aquí los resultados.



UN MOSAICO VIVO. **Arriba, algunas piezas que incluyen a varios superanimales: antes de dar la vuelta a la página, intenten adivinar de qué especies se trata y qué récords poseen.**

Un físico bestial

Veloz como un guepardo o un halcón peregrino, con la agudeza acústica de una lechuza, venenoso como una rana suramericana: son algunas de las características récord de un hipotético superanimal desde un punto de vista físico y anatómico. Como son varias las partes del cuerpo que se deben tener en cuenta y a veces alguna de ellas la comparte más de un animal, es casi imposible encontrar un único campeón. Con los números sobre la mesa, los resultados son, de cualquier forma, excepcionales. El superanimal en cuestión tiene las patas de un guepardo y las alas de un halcón peregrino, para así poder alcanzar una extraordinaria velocidad: en el caso de la rapaz similar a la de un bólido de Fórmula Uno. Posee, además, la fuerza de un escarabajo rinoceronte: puede parecer extraño pero sin embargo los insectos y los coleópteros en general son los seres con más fuerza, teniendo en cuenta la relación entre su peso y el de los objetos que logran mover. El oído más fino corresponde a la lechuza que es el único animal capaz de cazar en la oscuridad más absoluta, gracias a la particular estructura ósea de su cráneo y de los canales auditivos. Los ojos tienen que ser del tamaño de los de las sepias gigantes, pero con la vista correspondiente a un águila real. En cuanto a la nariz, al sentido del olfato, el más desarrollado es el del macho de la pavonia menor o pavonia de noche.

En cuanto al aparato respiratorio, el de mayor capacidad es el de los gansos salvajes y el de la auria aalge. El peso mayor corresponde a la ballena azul, aunque el cerebro más grande (sólo en cuanto a tamaño) tiene al cachalote como dueño. Para terminar, el superanimal debe ser tan venenoso como... ¿una cobra? No, se equivocan, ese honor lo poseen en propiedad las terribles ranas suramericanas, capaces de segregar las toxinas más letales para el hombre.

Los animales con récords físicos terminan aquí, pero sólo de acuerdo con el criterio que hemos adoptado porque existen otros que logran marcas personales verdaderamente imbatibles. Este es el caso por ejemplo, de las tortugas Caretta (*Caretta caretta*) y de los leones marinos que, para procurarse el alimento, se aventuran en largas migraciones que alcanzan los 20.000 kilómetros, recorrido que hacen a nado. O bien los pingüinos del archipiélago de Crozet que, como contaban las crónicas de hace algunos años, en sólo dos semanas nadan más de 1.000 kilómetros en busca de alimento. Ante semejantes alardes realizados dentro del mundo animal palidecen las prestaciones del ser humano.

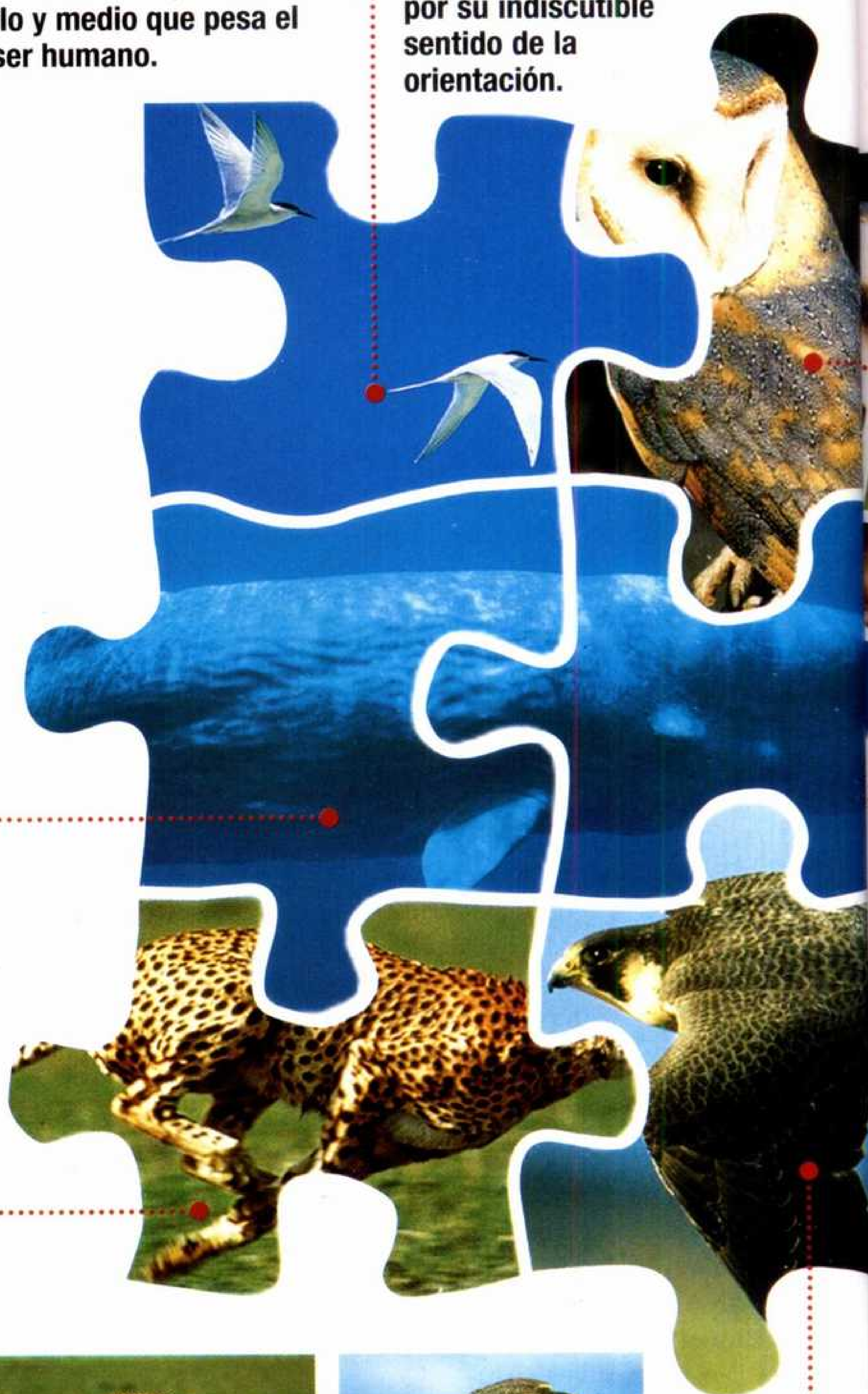
En el reino animal la cantidad no se corresponde con la calidad



EL CEREBRO MÁS GRANDE
El cachalote, gran cetáceo que vive en mares de aguas templadas y tropicales, posee el cerebro más pesado: alrededor de 10 kilos, frente al kilo y medio que pesa el del ser humano.



LA QUE MEJOR SE ORIENTA
La sterna o charrán ártico es incansable. Anida más allá del Círculo Polar Ártico e inverna en la Antártida. Suficiente para ser elegida, por su indiscutible sentido de la orientación.







LOS MÁS VELOCES DEL PLANETA
El halcón peregrino alcanza en picado los 300 kilómetros por hora. Toda su estructura física está adaptada para altas velocidades: desde las protuberancias que tiene en la nariz para frenar el aire hasta las alas, largas y en punta. En tierra, el récord es del guepardo que alcanza los 120 Km/hora.

EL OÍDO MÁS FINO



La lechuza es capaz de cazar en la oscuridad más absoluta, gracias al oído. Sus canales auditivos son asimétricos e identifica la fuente sonora en tres dimensiones. Es capaz de identificar a una presa en vuelo.



PURO VENENO

Con sus vistosos colores parecen inocuas pero las ranas de los géneros *Dendrobates* y *Phyllobates* que viven en Suramérica segregan toxinas letales.



UN GIGANTE EN EL MAR

La ballena azul alcanza los 32 metros de longitud y 150 toneladas de peso. Come cuatro toneladas de plancton al día, que consigue en las aguas polares.



CUESTIÓN DE OLFATO

El macho de la pavonia menor posee el olfato más acusado. Esta mariposa advierte el olor de una hembra virgen, debido a un alcohol que tiene en una cantidad inferior a 0,0001 miligramos, a 11 kilómetros de distancia.



LA VISTA MÁS AGUDA

La del águila real es ocho veces superior a la humana. Su gran peculiaridad consiste en que es capaz de identificar objetos en movimiento: una presa inmóvil pasa inadvertida pero es detectada cuando se mueve.



¡QUÉ OJAZOS!

Más grande no siempre es sinónimo de mejor. Este es el caso de la sepia gigante: ostenta el récord en cuanto a tamaño (en Canadá fue pescado un ejemplar con un ojo de casi medio metro), pero no en lo que respecta a agudeza visual.

EL MÁS FUERTE SOY YO

¿Quién se adjudica el título de animal más fuerte? Sorprendentemente, es un insecto, en concreto el escarabajo rinoceronte. Este forzudo llega a soportar sobre su espalda una carga 850 veces mayor que su propio peso.



LOS MEJORES PULMONES

En cuanto a aparato respiratorio, nadie compite con las aves. De entre ellas, destacan los gansos salvajes (izquierda), capaces de sobrevolar el Everest y las auria aalge, aves más subacuáticas que acuáticas. El año pasado se identificó una que nadaba a 97 metros de profundidad.





Fieles, agresivos, inteligentes...

Más compleja resulta la identificación de las características del superanimal desde el punto de vista del comportamiento. La principal dificultad consiste en seleccionar las categorías en las que incluirlos. Comencemos por la inteligencia. Si se parte de la premisa de que el método con el que se clasifica a los animales es siempre antropocéntrico, es decir, tomando al hombre como punto de referencia del mundo natural, la inteligencia, considerada desde un punto de vista biológico, no existe, o mejor dicho, se considera inteligencia al conjunto de las diferentes habilidades que un animal demuestra. No obstante, explicando la inteligencia desde un punto de vista evolutivo, todos los animales que han sido capaces de adaptarse al medio ambiente están dotados de ella, aunque indudablemente haya especies que lo han logrado mejor que otras, pues han desarrollado habilidades más adecuadas.

Un discurso análogo se puede hacer con la agresividad. Normalmente se tiende a definir como agresivos a los carnívoros, como el lobo. En realidad, estos animales se limitan a usar sus armas de manera exclusiva para procurarse el alimento. De hecho, para evitar que se hieran entre ellos, existen unos mecanismos de bloqueo de la agresividad, que evitan encuentros físicos directos, haciendo que desfoguen su agresividad con actos rituales, como por ejemplo, cuando el perdedor agacha y muestra el rabo al más fuerte y entonces éste no lo muerde. Curiosamente, en cuanto a la agresividad, el primer puesto no lo ocupan ni los lobos, ni otros animales a los que, con razón o sin ella, consideramos peligrosos, sino que lo ocupa un ave aparentemente apacible, como es la tórtola.

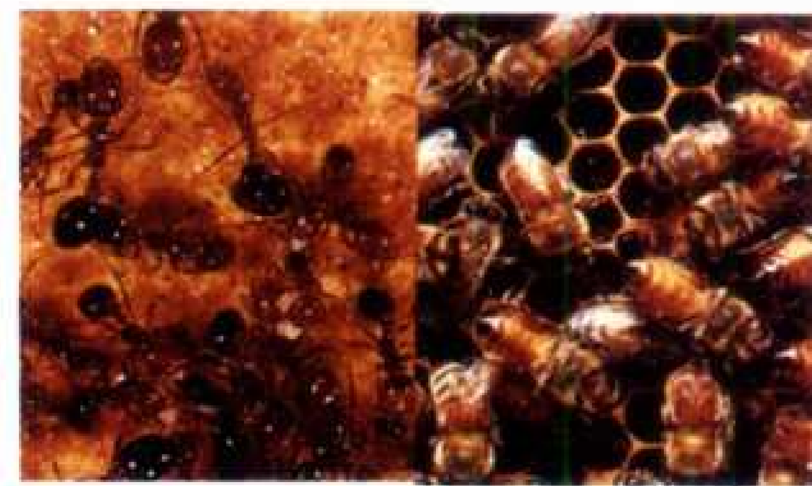
Éstas son pues las categorías que forman nuestra segunda criatura. Ante todo, nuestro superanimal posee inteligencia, entendida, sobre todo como capacidad de aprendizaje: chimpancés, delfines y papagayos no tienen rival en este aspecto. Es también un animal fiel con su pareja, como la cigüeña, o con el grupo donde destacan las abejas y las hormigas.

Capaz de usar instrumentos como los chimpancés y los orangutanes, tiene la increíble capacidad de adaptación de las gaviotas reales. Es ruidoso como una ballena azul, longevo como una tortuga gigante de las Galápagos y voraz como una larva de la Falena Polifemo. Su nivel de peligrosidad social es el de los parásitos de la malaria, y debe contar con un poder tan destructivo como los saltamontes del desierto. Finalmente, es un animal capaz de vivir en grupo como las langostas, y tan fértil como un pulgón del repollo.

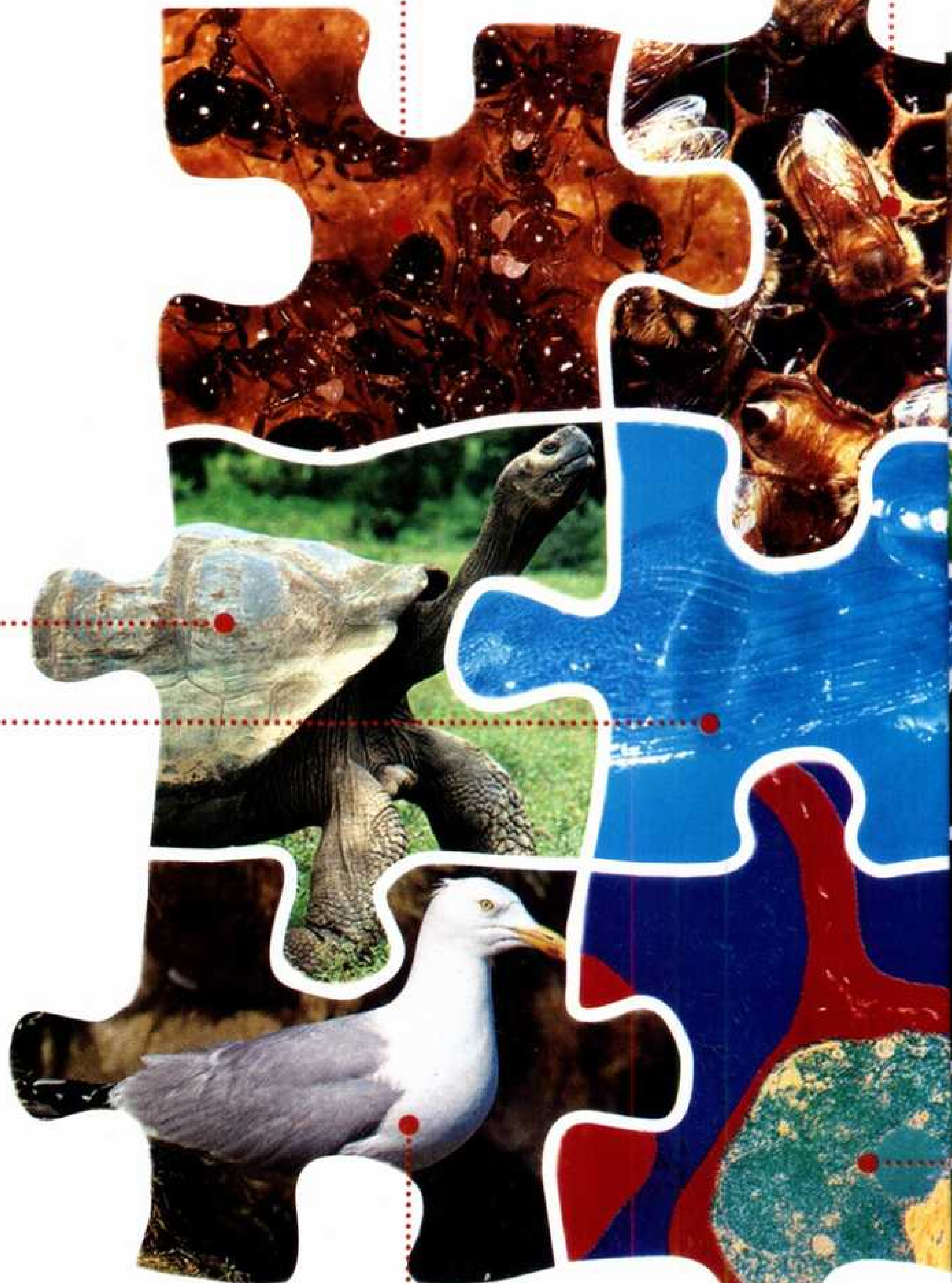
Se considera inteligencia a un conjunto de diversas habilidades



LA MÁS LONGEVA
Las tortugas gigantes, que pesan alrededor de 300 kilos y viven en las Galápagos pueden alcanzar en cautividad más de 150 años.



FIELES A LA COMUNIDAD
Las campeonas de fidelidad, refiriéndose a la dedicación al grupo, son las abejas y las hormigas; aunque en la naturaleza existen otras muchas especies fieles.



LA MÁS CHARLATANA
La ballena azul se comunica mediante impulsos de baja frecuencia, que alcanzan los 188 decibelios, pudiendo captárse hasta 850 kilómetros de distancia.



MÁS ADAPTABLE
La gaviota real está colonizando las ciudades. Ha aprendido a nidificar sobre los tejados. Es el animal con mayor capacidad de adaptación.





EJEMPLO DE FIDELIDAD
Las cigüeñas no entienden de conductas adúlteras. Su lema parece ser «dos es lo mejor».



DESCENDENCIA ASEGURADA
El pulgón del repollo sería capaz, en condiciones óptimas, de generar en un año descendientes por un peso equivalente a 822 millones de toneladas.



HABILIDAD MANUAL
Es un privilegio de los simios antropomorfos, capaces de utilizar diferente instrumentos. Los orangutanes, por ejemplo, saben utilizar las hojas de los árboles para protegerse de la lluvia.



LOS MÁS INTELIGENTES
Delfines y simios antropomorfos son los animales más inteligentes, entendido esto como capacidad de aprendizaje. Muchos estudios dan testimonio de esta facultad de resultados sorprendentes: desde el modo de comunicarse entre ellos a los intentos de hacerse comprender por el hombre.





EL DESTRUCTOR
Cuando se reúne una gran multitud de saltamontes del desierto, originarios de las regiones áridas de Ásia y África, devora toda la vegetación que encuentra a su paso.

PELIGRO, PELIGRO
El animal más peligroso para el hombre es el parásito del género Plasmodium, portador de la malaria. Esta enfermedad ha sido la causa directa de la muerte del 50% de los habitantes del planeta.



GRAN AGRESIVIDAD
La tórtola, a pesar de su apacible apariencia, es en realidad una campeona en violencia, pues no tiene bloqueadores de la agresividad: si se meten dos ejemplares en la misma jaula, luchan hasta la muerte.



LA MÁS VORAZ
El ser más voraz de la naturaleza es la larva de la falena Polifemo. En sus 56 primeros días de vida ingiere una cantidad de alimento igual a 86.000 veces su peso.





LAS MÁS NUMEROSAS
Las langostas se adjudican el récord de la mayor concentración. Fue histórico el descubrimiento en las Montañas Rocosas, en Estados Unidos, de un grupo formado por unos 12 millones de ejemplares.

un Regalo Seguro

Newton

El espectáculo de la ciencia

Siglo XXI

Julio Verne

Arthur Miller

Orden de Suscripción

SÍ solicito convertirme en suscriptor de la revista mensual Newton durante un período de **12 meses**:

Opción **1** ☐ **3.150** ptas. Descuento. Directo

Opción **2** ☐ **4.200** ptas. Regalo Seguro

DATOS PERSONALES (Por favor, escriba en letras mayúsculas)

Nombre ______

1^er^ Apellido ______ 2º Apellido ______

Domicilio ______ Nº ______ C.P. ______

Población ______ Provincia ______

Teléfono ______ Fech. de Nacimiento ______

FORMA DE PAGO

Marque con una X el método de pago que desea

☐ Tarjeta de Crédito (rellene por favor los datos de la tarjeta)

☐ Domiciliación Bancaria (rellene por favor los datos bancarios)

DATOS TARJETA DE CRÉDITO

(a rellenar si usted ha elegido la forma de pago por tarjeta de crédito)

Nº ______ Fecha de Caducidad __ / __

Nombre y Apellidos del titular ______

☐ VISA ☐ American Express FIRMA (imprescindible)

DATOS BANCARIOS

(a rellenar si usted ha elegido la forma de pago por domiciliación bancaria)

Les ruego se sirvan atender los recibos presentados para su cobro por Newton Siglo XXI.

Nombre y apellidos del titular ______

Banco/Caja de ahorros ______

Domicilio Oficina ______ C.P. ______

Población ______ Provincia ______

C.C.C. (Código Cuenta Corriente)

Entidad ______ Agencia ______ DC ______ Nº Cuenta ______

FIRMA (imprescindible)

El Editor se reserva el derecho de modificar el precio de la suscripción.

La respuesta a este cupón es voluntaria: los datos que nos facilite serán incorporados a nuestro fichero automatizado de clientes y se destinará a ofrecerle periódicamente todo tipo de información sobre nuestras publicaciones y productos. Si usted desea acceder, rectificar o cancelar sus datos en todo lo referente a la Ley 5/1992, diríjase por carta certificada al Departamento de Servicio al Cliente. Los datos que nos facilite podrán ser utilizados por otras empresas asociadas para enviarle información comercial que pueda ser de su interés. Por favor si usted no lo desea comuníquenoslo.

táumaco

Ahora Newton te ofrece 2 opciones de Suscripción a un año.

1 Suscripción con Descuento Directo — 3.150 ptas

Si lo que deseas es recibir un importante descuento directo por suscribirte durante todo un año a Newton, esta es tu opción. Te ahorrarás más de 1000 pesetas al año sobre el precio de venta habitual de la revista en quioscos y librerías.

2 Suscripción con Regalo Seguro * — 4.200 ptas

Con esta opción pagarás lo mismo que si cada mes te acercases a un punto de venta a por tu ejemplar.
La ventaja está en que lo recibirás, sin ningún recargo, en tu domicilio y con la primera revista te enviaremos un valioso regalo **sólo para tus ojos:**

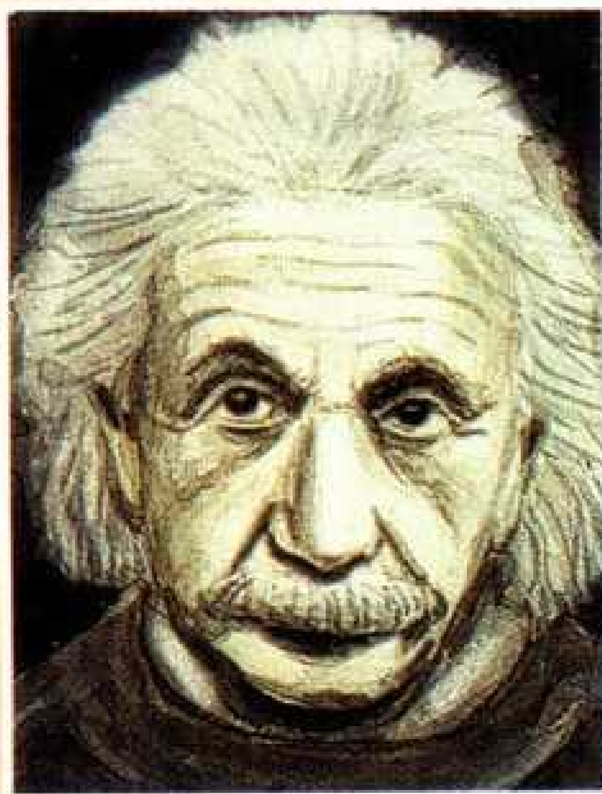
79 Libros de Regalo

...London, Stendhal, ...Wilde entre otros.

* Oferta válida hasta agotar existencias. 5.000 primeras suscripciones.

Los grandes padres de la Cosmología


Isaac Newton (1642-1727)


Albert Einstein (1879-1955)


Edwin P. Hubble (1889-1953)


George Gamow (1904-1968)

El nacimiento del universo

¿Cuándo y cómo surgió el universo en el que vivimos? ¿Cómo evolucionó hasta adquirir el aspecto que hoy muestra ante nuestros ojos? Sólo tres minutos fueron necesarios para que se formase, y cientos de años para que la cosmología empezara a resolver sus enigmas. Algunos ya tienen respuesta, otros todavía tendrán que esperar. Esta es la primera entrega de una trilogía que completaremos en próximos números con las partes dedicadas al nacimiento del sistema solar y de la Tierra.

Átomo de helio

Átomo de hidrógeno

POR KAZUHIRO SATO

Aunque la teoría del *Big-Bang* o de la *Gran Explosión*, como también se la conoce, cuenta con mayor aceptación para explicar el nacimiento del universo, no es la única posible. Otros fenómenos pueden haberlo originado. Hoy en día, los descubrimientos de los astrónomos y las imágenes captadas por el telescopio espacial Hubble revelan algunas contradicciones entre las hipótesis y las observaciones. De hecho, gracias a estas últimas los cosmólogos han podido recopilar valiosas informaciones sobre el universo cuando su tamaño no alcanzaba una décima parte del que presenta en la actualidad.

En el universo, el espacio significa tiempo y el tiempo espacio, ya que la luz no viaja a una velocidad infinita: la luz que recibimos de una galaxia lejana, por ejemplo, a 5.000 millones de años luz, lleva consigo la imagen del aspecto de esa galaxia hace 5.000 millones de años, el tiempo que ha tardado el rayo de luz en alcanzar nuestro planeta. Y así, cuanto más nos muestren los instrumentos de observación en distancias cada vez más lejanas, más podremos retroceder en el tiempo y observar el universo tal y como era en sus primeros años de vida.

Según estas observaciones, el universo podría tener una antigüedad comprendida entre los ocho y los 20.000 millones de años, aunque los científicos fijan en torno a los 15.000 millones de años su edad.

A lo largo de las próximas páginas presentamos las investigaciones más recientes sobre esos primeros 15.000 millones de años del universo, cuando no era más que un puntito muy denso en medio del cosmos.

ESA INMENSA EXPLOSIÓN

Según la teoría del *Big-Bang*, la materia del universo nació de la energía térmica. Con el enfriamiento progresivo del cosmos, primero se formaron los quarks, de los que surgieron los protones y neutrones, para después fusionarse y formar los núcleos atómicos. Trescientos mil años después del nacimiento del universo, los núcleos atómicos capturaron los electrones formando átomos, entre los que se encontraba el de hidrógeno, compuesto de un protón y un electrón. Así, el universo salió de la oscuridad para hacerse visible.

El gran 'no-error' de Einstein

Fue un error de Albert Einstein el que abrió las puertas para el estudio del universo. Hasta principios de siglo, las leyes de la mecánica clásica de Isaac Newton preveían que el tiempo no dejaba de transcurrir y que por tanto lo hacía a una velocidad fija, mientras que el espacio se extendía hasta el infinito de forma uniforme. Se creía, en consecuencia, que el cosmos era infinito e inmutable.

En 1916, Einstein publicó su Teoría de la Relatividad y trató de aplicarla a la estructura del universo, concluyendo que el cosmos se contraía poco a poco por la acción de las fuerzas gravitatorias que ejercían las galaxias, estrellas y demás cuerpos celestes. Pero, puesto que en aquel momento se pensaba que el universo era perenne e inmutable, Einstein añadió a su teoría una constante cosmológica, que creaba una fuerza de repulsión capaz de oponerse a la contracción del universo. Concibió así un modelo de cosmos estático que no se contraía ni expandía.

Más tarde, un joven matemático ruso, Alex Friedman, retomó esta teoría y formuló tres posibilidades en relación a la evolución del universo, basándose en la densidad de la materia que contiene: un universo en continua expansión, otro que en un determinado momento deja de expandirse y comienza a contraerse, y un tercero que sigue expandiéndose, pero poco y a una velocidad moderada.

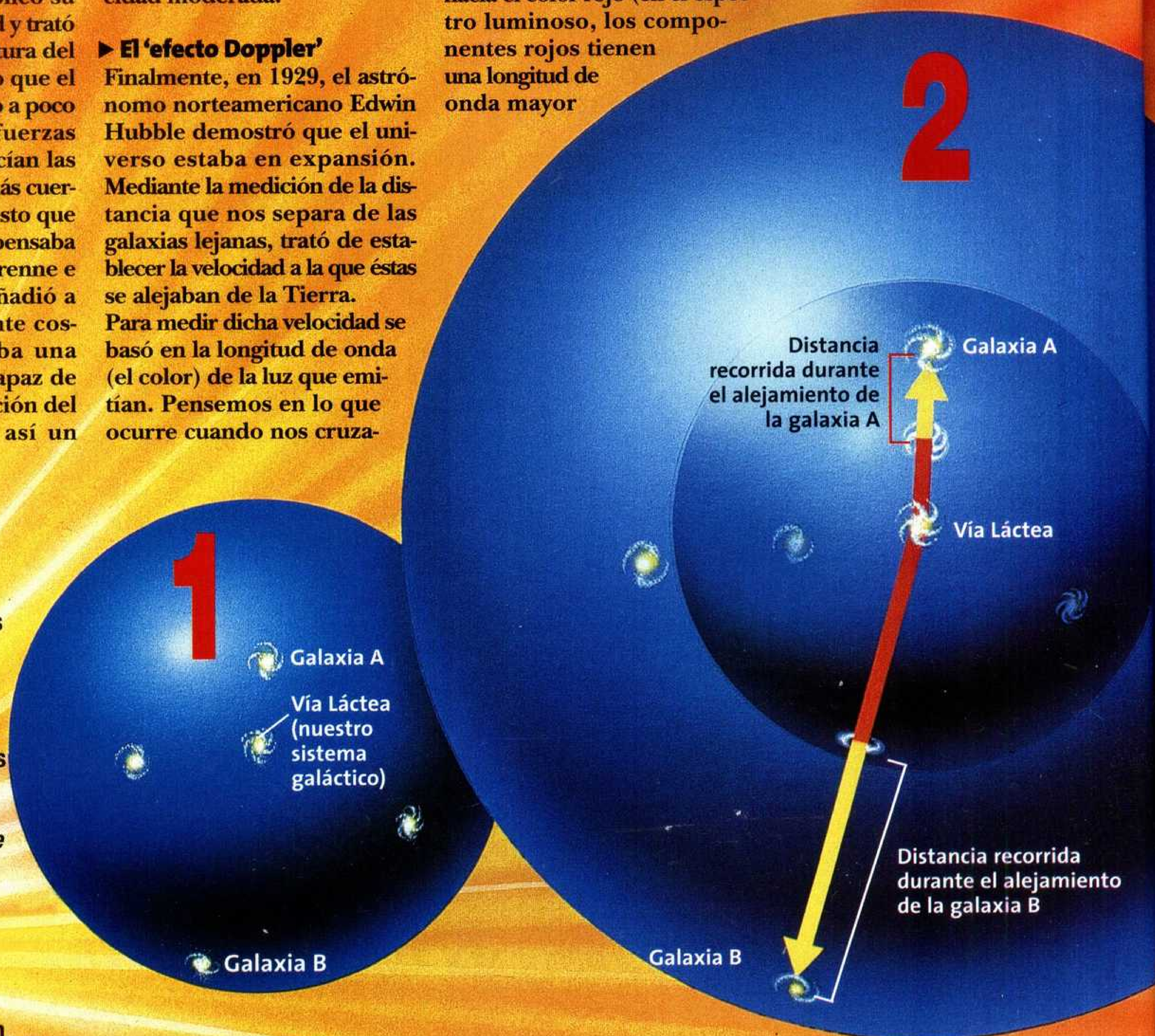
▶ El 'efecto Doppler'

Finalmente, en 1929, el astrónomo norteamericano Edwin Hubble demostró que el universo estaba en expansión. Mediante la medición de la distancia que nos separa de las galaxias lejanas, trató de establecer la velocidad a la que éstas se alejaban de la Tierra.

Para medir dicha velocidad se basó en la longitud de onda (el color) de la luz que emitían. Pensemos en lo que ocurre cuando nos cruzamos con una ambulancia: su sonido se hace más agudo o grave en función de la distancia que nos separe de ella. En esto se basa precisamente el *efecto Doppler*, que se debe a las variaciones de longitud de las ondas y que depende de la distancia a la que se encuentra la fuente sonora.

Puesto que la luz también tiene naturaleza ondulatoria, cuando la fuente luminosa se aleja, la longitud de onda aumenta y la luz que percibimos se desplaza hacia el color rojo (en el espectro luminoso, los componentes rojos tienen una longitud de onda mayor que los componentes azul-violetas). Así descubrió Hubble que las galaxias se alejaban a mayor velocidad cuanto más alejadas estaban, lo que demuestra que el universo se expande.

Cuando Einstein tuvo noticia de estas conclusiones, definió su teoría sobre la inmutabilidad del universo como el mayor error de su vida. Pero como comprobaremos más adelante, no iba tan desencaminado.



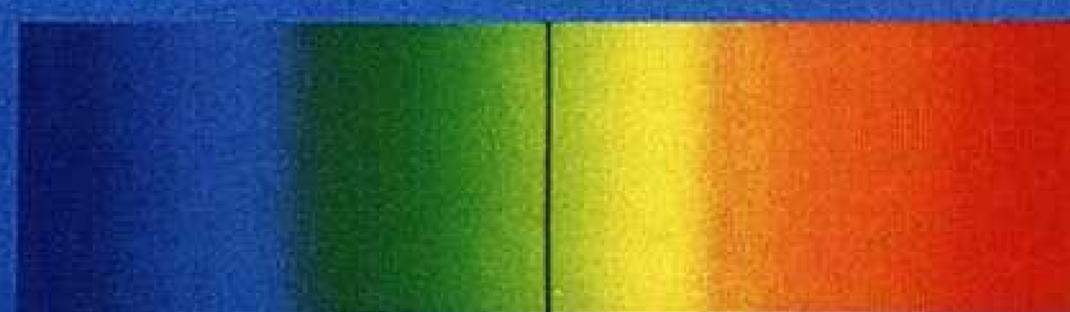
EXPANSIÓN Y VELOCIDAD
En las ilustraciones se muestran las tres fases de la expansión del universo. De acuerdo con esta teoría, las galaxias se alejan más velozmente de nosotros cuanto más lejos se encuentran. Se denomina *constante de Hubble* a la relación entre la velocidad de recesión de una galaxia y su distancia. Esta última corresponde a la velocidad de expansión del universo.

3

Aquí vemos tres fases de la expansión del universo y la forma en que puede determinarse este fenómeno.
FASE 1: nuestra galaxia (la Vía Láctea) está en el centro, y otras dos galaxias (A y B) se encuentran a diferentes distancias de nosotros.
FASE 2: el universo se ha expandido y las galaxias A y B se han alejado de nosotros en distinta medida: la más apartada (B) se ha alejado a una velocidad mayor.
FASE 3: el universo ha vuelto a expandirse y las dos galaxias se han alejado aún más. En el centro de la imagen, puede verse el espectro luminoso de las estrellas de la Vía Láctea, y la línea oscura del centro indica que todos los componentes coloreados son homogéneos, puesto que estas estrellas se encuentran muy próximas a nosotros.


Espectro de la galaxia A

Galaxia A


Espectro de la estrellas de nuestra galaxia

Vía Láctea

EL ESPECTRO DE LAS DISTANCIAS
La longitud de onda de la luz procedente de una galaxia que se aleja aumenta el *efecto Doppler* y, si se observa la descomposición de la luz a través de un prisma, se comprenderá que la posición de la línea oscura de la longitud de onda se va desplazando hacia los componentes rojos. Cuanto más alejada se encuentra una galaxia, más velozmente se aleja, y mayor será su desplazamiento hacia los componentes rojos.


Espectro de la galaxia B

Galaxia B

El inicio fue un globo de fuego

Si es cierto que el universo está en continua expansión, en el pasado debió de ser mucho más pequeño. De esta idea partió precisamente el científico y sacerdote Georges Lemaître (1894–1966) para formular, en 1927, la hipótesis de que el universo se había formado de un núcleo de átomos en concentraciones muy altas.

En 1946, el estadounidense de origen ruso George Gamow (1904–1968) propuso la Teoría del *Big Bang* para explicar el origen del universo. Esta teoría sostiene que el universo surgió de una bola de fuego de densidad y temperatura muy elevadas: un superconcentrado gaseoso de partículas atómicas, como neutrones y protones, de los que habrían surgido los elementos químicos que hoy en día conocemos.

En 1964, dos investigadores captaron por casualidad el ruido del 'Big Bang'

▶ Una luz muy antigua

Pero si es cierto que se produjo el *Big Bang*, debería ser posible encontrar todavía hoy los residuos de las radiaciones electromagnéticas de aquella *Gran Explosión*. Y más concretamente, 300.000 años después del *Big Bang*, cuando el universo apenas acababa de nacer, su temperatura debería haber descendido hasta casi los 4.000 grados.

Esto habría permitido la formación de los átomos, y la primitiva bola de fuego opaca se habría vuelto poco a poco más transparente, permitiendo que el universo fuera visible. La luz de aquella época, que todavía viaja debido a la expansión del universo, se habría podido observar en forma de ondas electromagnéticas particulares. Esto es lo que se conoce como la radiación de fondo del universo, una teoría que formuló Gamow en 1940, así como el célebre físico Hans Bethe.

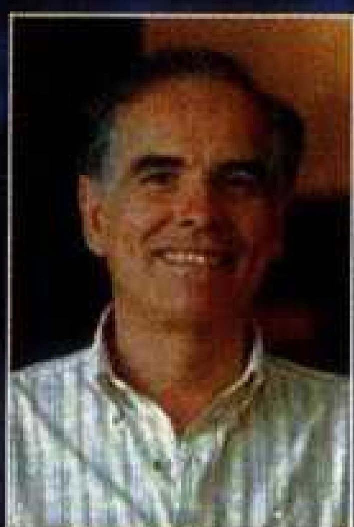
La emisión de fondo del universo se descubrió por casualidad en 1964, cuando dos investigadores norteamericanos, Arno Penzias y Robert Wilson, realizaban una serie de experimentos en los laboratorios telefónicos de Bell para fabricar antenas que permitieran la comunicación vía satélite. Sin saber cómo, captaron interferencias sonoras que no pudieron explicar. En concreto, Penzias y Wilson captaron *extrañas* microondas, de una longitud de onda de 3,2 centímetros, que procedían del universo.

Al principio no lograron explicar este fenómeno, y hubo quien llegó a afirmar que las interferencias se debían a los excrementos de palomas que habían hecho su nido en la antena, pero después se relacionó el descubrimiento con la Teoría del *Big- Bang*. Así, y con la ayuda del profesor Robert Dicke, de la Universidad de Princeton, que estaba trabajando en la teoría de Gamow y Bethe, se llegó a la conclusión de que debía tratarse de la fatídica radiación de fondo, también llamada radiación fósil, que preveía la Teoría del *Big Bang*.

ver Discover. nº set. 1998 p.84

INCANDESCENTE Y COMPACTA
Si es cierto que el universo está en expansión, es posible creer entonces que en el pasado fue mucho más pequeño. El científico George Gamow sostuvo que el universo surgió de una gran bola de fuego de densidad y temperatura muy elevadas.

«El Gran Telescopio de Canarias podrá ver el nacimiento de las galaxias»



El fundador y director del Instituto de Astrofísica de Canarias, Francisco Sánchez, nos aclara algunos aspectos de la Cosmología

¿Qué sabemos realmente sobre los orígenes del universo?
Sabemos que tuvo un origen en el tiempo y está evolucionando. Este descubrimiento tan importante es muy reciente: es un logro del siglo XX. El modelo que más hechos observacionales es capaz de explicar, y que constituye el paradigma cosmogónico actual, es el de la *Gran Explosión* o *Big Bang* si prefiere. De acuerdo con él, todo nuestro universo, y con él nuestro tiempo y espacio, comenzó hace 15 o 20.000 millones de años. No sabemos nada de lo anterior al *Big Bang*, ni del origen de las leyes que parecen gobernar las estructura del cosmos y el empuje evolutivo global que ha llegado en el planeta Tierra a la especie humana, de momento.

¿Qué pruebas hay del universo primitivo?
Descubierta la expansión a que todas las galaxias están sometidas, es posible calcular en qué momento todo lo que hay en el universo debería estar concentrado en una *singularidad* inicial. También hemos encontrado los fotones *cosmogónicos*, que, tras la *Gran Explosión*, muy al principio de nuestro universo se expandieron en todas las direcciones y hoy es una fría radiación que lo llena todo, a tan sólo tres grados por encima del *cero absoluto* de temperatura. Esta *radiación fósil* encierra información muy valiosa sobre el universo primitivo y un grupo del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) está dedicado a su estudio, con mucho éxito por cierto. Digno de recordarse es el *Experimento de Tenerife*, que permitió mapear las anisotropías de esta radiación (*cosmosomas*). Hay pruebas más indirectas, como las que tienen que ver con el origen de los elementos químicos, pero no es posible describirlas en dos palabras.

¿Cómo se explican las peculiaridades de nuestro universo?
La Astronomía, la Astrofísica, junto con todas las ciencias, tratan de explicar intrínsicamente, las generalidades y las peculiaridades de nuestro universo.Es maravilloso ver a esta especie de monos *sapiens*, tan contradictoria, ir avanzando a tientas pero incansablemente, en pos del conocimiento del mundo al que pertenece. Y logrando explicaciones, aproximaciones tan fundamentales como la que antes citamos del origen y evolución del universo; pero también tan útiles como la electricidad y la electrónica.

¿Cómo va el proyecto para construir el Gran telescopio de Canarias y qué posibilidades ofrecerá?
El diseño final, cuya construcción lidera España a través del IAC está muy avanzado. Pronto se contratará con la óptica, la obra del edificio y la cúpula que albergará el gran telescopio en el Observatorio del Roque de los Muchachos. Las empresas españolas se están implicando mucho, lo que supondrá que una parte importante del telescopio se hará en nuestro país. El GTC (Gran Telescopio de Canarias) servirá, entre otras cosas, para *ver* el nacimiento de las galaxias.

¿Qué opina de la frase de Stephen Hawking: «No existe una teoría del universo»?
Que tiene razón. No se puede olvidar que la Ciencia es una actividad viva y que, el modelo que hoy tenemos para explicar una cosa (el universo en este caso), es superado por nuevos descubrimientos, que nos conducen a otro nuevo modelo explicativo. Así es el caminar permanente de la curiosidad humana y del quehacer científico. Hay un impulso permanente que empuja a la especie humana a ir avanzando a través de los desconocido, venciendo miles de dificultades y obstáculos. Una apasionante aventura, sin duda, en la que todos participaremos.

Daniel Izzedin

Todo es culpa de la inflación

El descubrimiento en 1964 de las emisiones de fondo del universo fue una gran victoria para los defensores de la Teoría del *Big Bang*. Pero, ¿cómo se produjo el *Big-Bang* y qué había antes? Para responder a estas preguntas tenemos que recurrir esta vez a la física de las partículas elementales. De hecho, para estudiar el microcosmos sometido a las elevadísimas temperaturas que precedieron al *Bing-Bang* es necesario referirse al comportamiento de las partículas subatómicas de alta energía.

La energía de vacío produjo una súbita expansión: la inflación

En 1981, el norteamericano Alan Guth del Massachusetts Institute of Technology (MIT) y yo mismo (el autor de este artículo) presentamos, de forma independiente, la Teoría del Universo Inflacionario, basada en las investigaciones que tratan de explicar la fusión de las fuerzas fundamentales de la naturaleza.

De acuerdo con esta teoría, el supermicrouniverso se habría expandido desde su nacimiento de forma vertiginosa: en una sola décima de milésima de millonésima de millonésima de millonésima de segundo (10^{-34} segundos) habría aumentado su volumen en 10.000 millones de millones de millones de millones de millones de millones de millones de millones de millones de millones de veces (un 1 con 100 ceros).

Para explicar esta súbita expansión del universo los dos físicos supusimos cada uno por nuestro lado que el vacío mismo, es decir, el estado del universo antes de que se produjera el *Big Bang*, era un *vacío de alta energía*. Dicha energía de vacío coincide con la teoría de Einstein que él mismo consideraba *el mayor error* de su vida. Einstein introdujo una fuerza para compensar la fuerza de gravitación que tendía a aproximar las galaxias, con el resultado de que cada una de ellas anulaba las demás. Estas dos fuerzas, de resultado nulo pero presentes, podrían haber participado en el *vacío originario*. Según la teoría del universo inflacionario, el cosmos estuvo sometido a una súbita expansión (la inflación) debido a esta *energía de vacío*.

Es una comida gratuita

En mitad de la fase de inflación, el *vacío de alta energía* se fue poco a poco degradando hasta convertirse en un *vacío de energía baja*. Se trata de un fenómeno de transformación muy parecido al que convierte el agua en hielo. Como resultado de esta reacción, se libera energía térmica latente, lo mismo que sucede cuando al final del proceso de transformación se libera la energía del vacío en forma de energía térmica, creándose una gran bola de fuego. Así se explicaría por tanto el *Big Bang*. Como afirma Alan Guth, «el universo es como una comida gratuita». Es decir, que habría surgido de la nada, aunque en este caso se trate de una nada muy particular.

INFINITAMENTE PEQUEÑO
Antes del *Big Bang*, el universo estaba formado por un vacío dotado de gran energía. No existía la materia, pero este vacío de alta energía habría generado la pequeña esfera que ahora vemos y que sólo medía una décima de milésima de millonésima de millonésima de millonésima de centímetro. Esta pequeña esfera habría conocido de pronto una fase muy violenta de expansión (la inflación) dando así origen al *Big Bang*.

Profundización

Hawking y la nada vibrante



A mediados de los años 80, el físico británico Stephen Hawking, que imparte clases en la Universidad de Cambridge, en la cátedra que ocupó Isaac Newton, integró la Teoría del Universo Inflacionario a la Mecánica Cuántica (que describe los fenómenos que se producen entre las partículas en el mundo subatómico). Según esta teoría, el universo habría surgido de la nada que vibraba cuánticamente en la dimensión de 10^{-34} centímetros. En la Teoría de los Cuantos, el tiempo, el espacio y la energía oscilan durante un espacio de tiempo muy breve de forma ininterrumpida y sin un valor preciso. Es lo que habría ocurrido en la nada primordial, de la que habría surgido un supermicrocosmos que poseía vacío de alta energía, produciéndose después la fase de inflación.



La curiosidad

Una burla que ha pasado a la Historia



• El término de *Big Bang* lo acuñaron, en sentido peyorativo, los detractores de esta teoría, pero por una suerte de venganza del destino, este término tan sencillo y a la vez pegadizo ha supuesto uno de los mejores vehículos para difundir esta teoría entre el público.
Hasta 1950, la Teoría del *Big Bang* no se designaba con un término, sino que se hablaba de expansión del universo desde un estado de condensación extrema. Sin embargo, ese mismo año, el astrofísico Fred Hoyle (en la foto), uno de los defensores de la Teoría del Universo Estacionario (un universo inmóvil que no evoluciona y que siempre ha estado y estará como ahora lo conocemos), en un programa radiofónico dedicado a las ciencias que él mismo presentaba, acuñó el término *Big Bang* para criticar esta teoría, definiéndola precisamente como *la del golpe*. No cabe duda de que Hoyle es un docto científico que va decididamente contracorriente: además de ser uno de los pocos defensores de la Teoría del Universo Estacionario, fue uno de los creadores de la Teoría de la Panspermia, según la cual la vida la habrían traído a la Tierra los cometas y asteroides.

Los tres primeros minutos

La Teoría del Universo Inflacionario ha permitido resolver algunas de las cuestiones que quedaron sin solución en la Teoría del *Big Bang*. Por ejemplo, el hecho de que el universo presente grandes disparidades en la distribución de la materia, grandes espacios vacíos y condensaciones como las galaxias (la densidad de la Vía Láctea es casi un millón de veces superior a la densidad media de todo el universo).
Las fluctuaciones casuales que podrían haber ocurrido cuando surgió el universo no eran tan importantes como para justificar esta gran heterogeneidad. Sin embargo, con la Teoría de la Inflación se ha podido formular la hipótesis según la cual en la fase de fortísima expansión, las pequeñas fluctuaciones casuales, al hincharse, podrían haber originado la distribución actual de la materia, compuesta de llenos y vacíos. Esta hipótesis coincidió con lo descubierto en 1992 por el satélite norteamericano Cobe (Cosmic Background Explorer), que detectó pequeñas fluctuaciones en la radiación cósmica del fondo (como vimos antes, la que constituye la huella dejada por el *Big Bang*), y que se remontan a cuando el universo sólo contaba con 10 millones de años. Dichas fluctuaciones eran solamente de una cienmilésima, pero, según los cosmólogos, explican el proceso que después llevó a la formación de las galaxias. Sin embargo, hay demasiadas cuestiones que permanecen aún sin respuesta.

Todo sucedió en 180 segundos, el tiempo que dura una canción

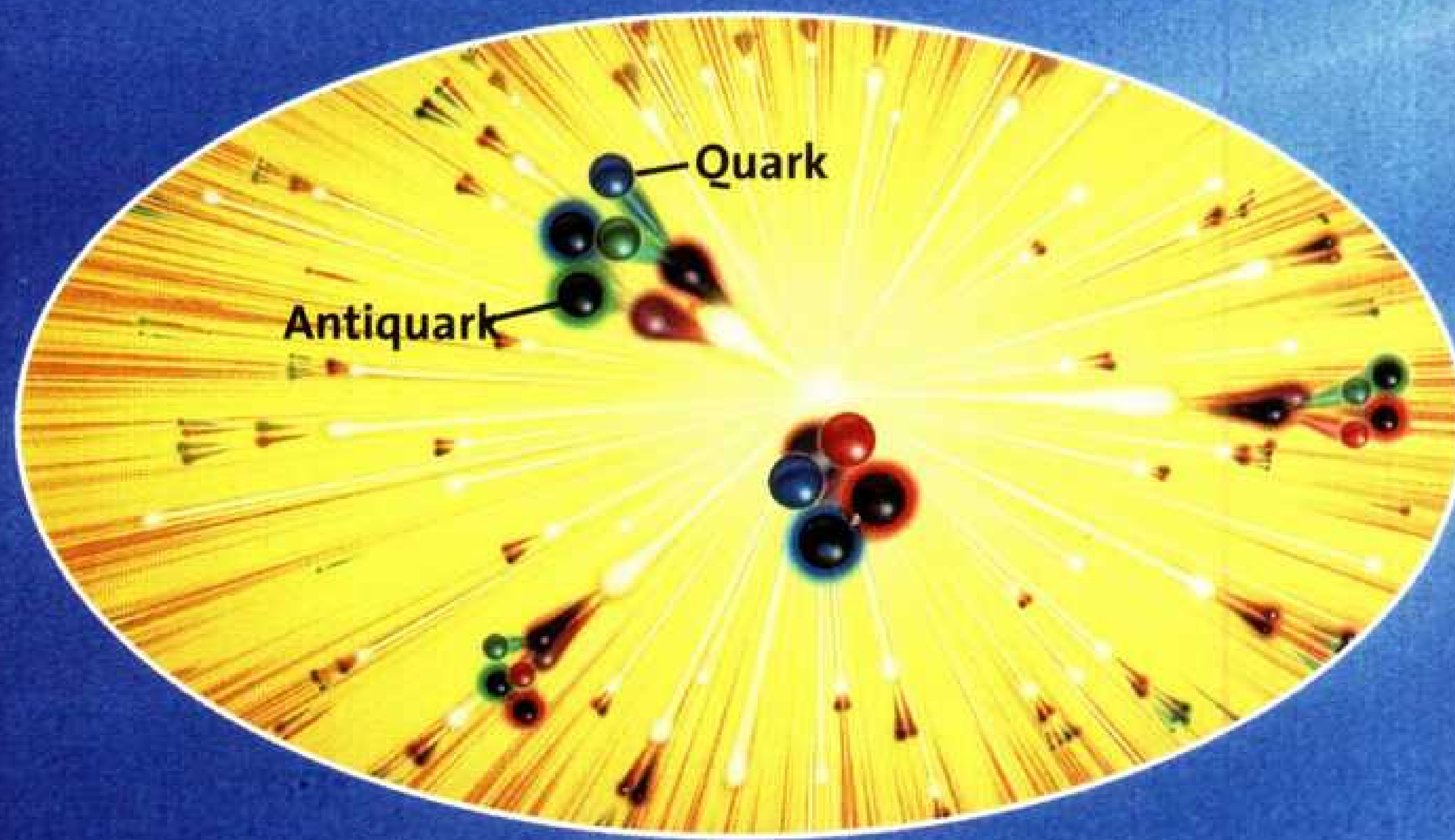
La más importante es la edad misma del universo, que hoy se calcula en base a la presunta velocidad de expansión del universo cuando éste presentaba una dimensión cero.

▶ Una edad contradictoria

Los cálculos efectuados hasta ahora han establecido una edad (entre 13.000 y 15.000 millones de años) inferior a la de algunos cuerpos estelares (es decir, la distancia que los separa de nosotros), lo que plantea una contradicción, puesto que las estrellas tendrían que haber formado parte de la materia del universo desde el principio. Recientemente, han aparecido libros y artículos profetizando el final de la Teoría del *Big Bang*.
El método más sencillo para resolver esta contradicción es rehabilitar como elemento activo del universo actual la constante cosmológica que Einstein primero introdujo y después rechazó. Ésta representa la energía del espacio vacío y explicaría el nacimiento del universo de la nada y su inflación. Constituye, por tanto, un componente activo en el inicio de la cosmogénesis, pero se entiende superado, puesto que se transformó y liberó en forma de energía térmica con el *Big Bang*.
Si, en cambio, consideramos la posibilidad de que no toda la energía se transformara, podría resolverse la contradicción de la edad del universo. De acuerdo con esta hipótesis, el universo habría sufrido una segunda inflación, es decir, que en un determinado momento habría acelerado su velocidad de expansión. De esta forma, podría calcularse con fiabilidad el tiempo que nos separa del nacimiento del cosmos y se comprobaría que las galaxias más alejadas del universo no surgieron antes que él.



1 **TRAS 10^{-44} SEGUNDOS DEL MOMENTO CERO: INFLACIÓN**
El supermicrocosmos se expande con súbita fuerza por efecto del *vacío de alta energía*. Durante la fase de inflación, el *vacío de alta energía* se va degradando hasta convertirse en un nuevo *vacío de bajo contenido energético*. Al final del proceso de transformación, la energía del vacío se libera en forma de energía térmica dando lugar a una enorme bola de fuego. Se produce entonces el *Big Bang*.



2 **DESPUÉS DE 10^{-34} SEGUNDOS: 'BIG BANG'**
Dentro del *Big Bang* se forma la materia. De acuerdo con la Teoría de la Relatividad, energía y materia se transforman entre sí. Y de este modo, en la etapa inicial del *Big Bang* se formaron los quarks y los electrones, que son las partículas elementales de la materia que hoy en día conocemos. También se formaron las partículas de antimateria, es decir, idénticas a las de la materia, pero con una carga eléctrica contraria.

UNIVERSO ACTUAL

4

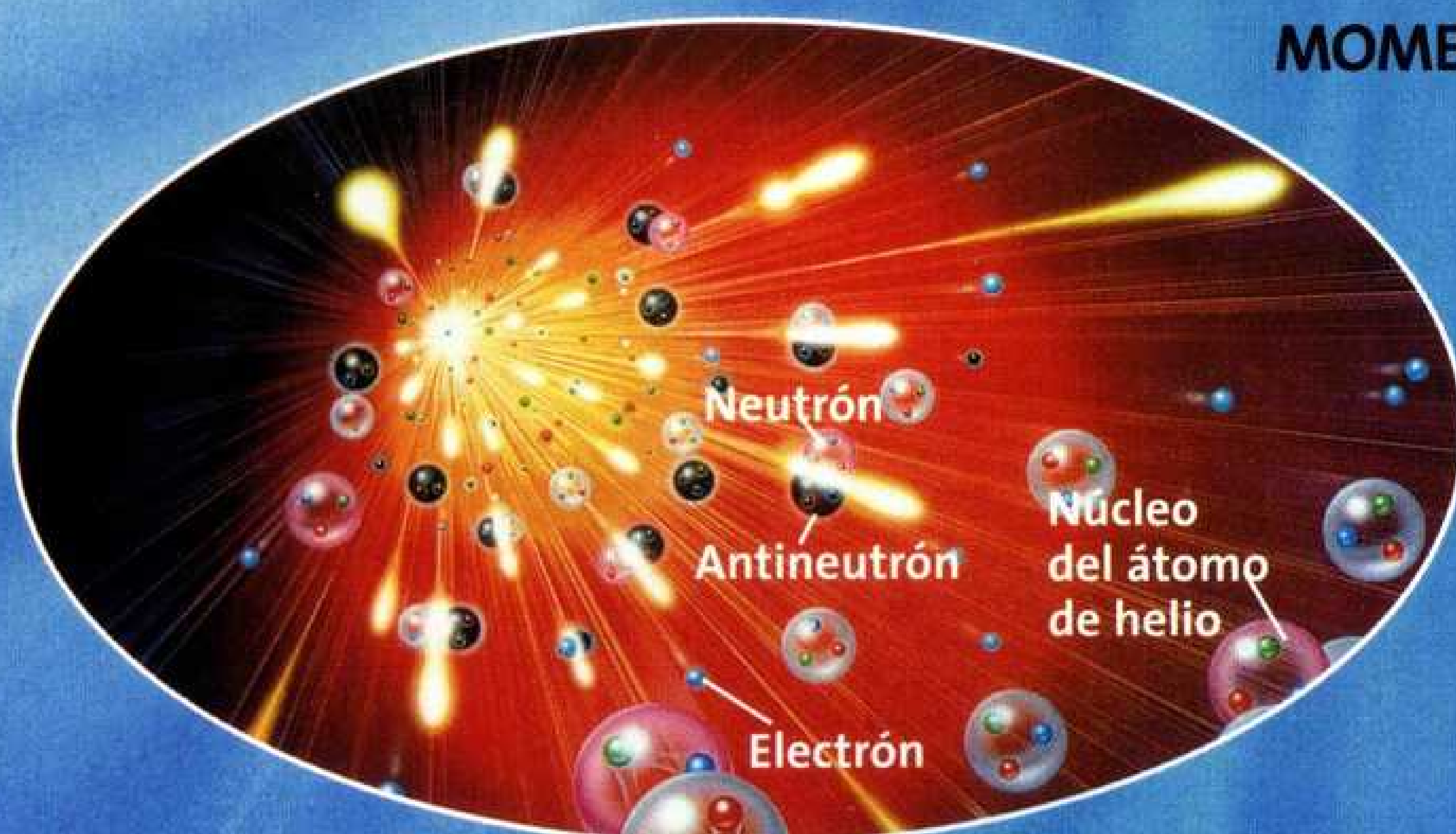
3

2

1

MOMENTO CERO

PASO A PASO
Esta es la secuencia que dio origen al universo, desde el supermicrocosmos inicial al *Big Bang*, para después pasar al universo compuesto de materia que hoy conocemos. En la figura grande se representa el universo desde el momento cero (el punto inferior) hasta hoy (la parte superior rodeada de galaxias).





3 ENTRE LOS 10^{-10} SEGUNDOS Y PASADOS TRES MINUTOS: SE FORMA UN UNIVERSO DE UNA SOLA MATERIA

Si el universo hubiese estado compuesto de materia y antimateria en la misma proporción, el conjunto se habría anulado por sí mismo, transformándose en luz. Pero la materia era superior a la antimateria. Tras 10^{-5} segundos, y habiéndose casi anulado entre sí, sólo quedó la materia. Con el descenso de la temperatura del universo, los quarks se fusionaron y se formaron los protones y neutrones.

4 DESPUÉS DE 300.000 AÑOS: EL UNIVERSO EMERGE DE LA OSCURIDAD

La temperatura del cosmos desciende hasta los 4.000 grados, permitiendo la formación de los átomos con la atracción de los electrones desde el núcleo atómico.
La luz se proyecta de forma directa y el universo emerge de la oscuridad haciéndose visible.

DE UNA INFLACIÓN A OTRA
El *vacío de alta energía* en el proceso de inflación se transforma en un nuevo *vacío de baja energía*. Pero este proceso no es uniforme en cada región del universo, lo que da lugar (como se muestra en las ilustraciones), a otra pequeña burbuja de nuevo vacío que experimenta a su vez un proceso de inflación, formando así nuevos universos. Nosotros viviríamos sólo en uno de estos infinitos universos que surgieron en el pasado y que hoy todavía se seguirían formando.

Universo 'padre'

Burbuja de nuevo vacío

Área del vacío originario

Vía de conexión (wormhole)



No sólo uno, varios infinitos



La Teoría del Universo Inflacionario, que ofrece una explicación a lo que acaeció antes del *Big Bang*, conlleva una serie de consecuencias nada lógicas. Una de ellas contempla la posibilidad de que nuestro universo, es decir, en el que vivimos y podemos observar mediante instrumentos ópticos y satélites, no sea el único que exista. En teoría podrían coexistir infinidad de universos, de entre los cuales el nuestro sería tan sólo un ejemplo.

Multitud de 'Big Bang'

Si recordamos la Teoría del Universo Inflacionario, recordaremos también que durante la denominada fase de inflación del *vacío de alta energía*, éste se transformó en un *vacío de baja energía*. Pero esta transformación no se produce de una forma homogénea en todas las partes del cosmos.

En el interior del viejo *vacío de alta energía*, se pueden formar gradualmente burbujas de nuevo *vacío de baja energía*. Cada burbuja se expandiría después a la velocidad de la luz. Rodeado por las burbujas de nuevo vacío, el *vacío de alta energía* daría así lugar a una nueva inflación y por tanto a un nuevo universo *hijo*. También en este universo *hijo* se produciría la transformación que originaron las burbujas de nuevo vacío y, de forma análoga, surgirían nuevos universos, en un proceso continuo e infinito de cosmogénesis.

Dentro de cada uno de estos universos se produciría un *Big-Bang* a partir del nuevo vacío, que se expandiría a la velocidad de la luz (300.000 Kms/seg) y haría evolucionar los distintos universos. Tanto el universo *padre* como el *hijo* son universos independientes, privados de cualquier relación causa-efecto.

Vías espacio-temporales

Sin embargo, sí permanecerían entre ellos algunos vínculos o *vías subterráneas* (lo que los científicos llaman *wormhole*) que conectarían distintas regiones del espacio-tiempo. Sería algo así como cuando un gusano (*worm*) excava un túnel (*hole*) en una manzana, conectando físicamente dos superficies de la fruta que de otra forma quedarían irremediablemente aisladas.

Podría pasarse en un instante de un universo a otro

Lo fascinante de esta teoría es que estas *vías subterráneas* espacio-temporales no sólo conectarían dos regiones distintas de un mismo universo, sino que además podrían conectar también universos diferentes. Gracias a estas conexiones podría pasarse en un instante de un punto a otro dentro de un mismo universo, o incluso de dos universos distintos. Es posible que en uno de ellos terminara el protagonista de la película de Stanley Kubrick, *2001: una odisea en el espacio*, cuando al final del viaje supera la barrera espacio-temporal alcanzando otra región del universo, o quizás un universo *padre* o *hijo* del nuestro.

Conexión (*wormhole*) espacio-temporal que une diferentes universos

Nuestro universo, donde se forman galaxias y estrellas

Universo privado de materia

NO ESTAMOS SOLOS

Podría existir una infinidad de universos generados por la vibración del espacio vacío: universos que no tardarían en desaparecer, universos que hubieran dado origen al proceso de inflación o en los que éste se hubiera desarrollado con éxito pero generando sólo agujeros negros. Muchos científicos piensan que nuestro universo, del que han surgido estrellas, galaxias y vida inteligente, no es más que uno de los infinitos universos que existen.

Universo lleno de agujeros negros

¿Cuánta vida hay en el universo?

Las teorías que presuponen la existencia de distintos universos plantean nuevas cuestiones que aún están por resolver. Las leyes físicas que hemos elaborado en el planeta Tierra nos han ayudado a explicar buena parte de los fenómenos observados en el universo del que formamos parte. Pero siempre cabe la posibilidad de que los universos que se formaron antes, después o junto al nuestro se rijan por otras leyes físicas que la mente humana ni siquiera alcanza a imaginar, y que en su interior hayan surgido formas de vida completamente distintas a la nuestra.

Ciertamente, estas teorías abren las puertas a todo tipo de fantasías, pero basta asomarse un poco al exterior de la Tierra y ver por ejemplo las atmósferas de amoniaco y metano que rodean otros planetas del sistema solar, para darse cuenta de que no existen leyes aplicables en todas partes.

De hecho, las hipótesis de los científicos han ido incluso más allá, afirmando que cada uno de estos infinitos universos que supuestamente existirían, han evolucionado o evolucionan de acuerdo con leyes físicas completamente diferentes a las que conocemos en estos momentos.

En nuestro universo, en la época en la que éste se originó a partir del *Big Bang* o *Gran Explosión*, se comprobó, por ejemplo, la existencia de una asimetría entre la producción de materia y antimateria, con el resultado de que hoy la materia predomina sobre la antimateria y ha creado un universo estructurado en forma de estrellas, galaxias y planetas, en las que finalmente surgió al menos una forma de vida evolutiva e inteligente (la nuestra).

Otros mundos pueden estar sometidos a leyes físicas desconocidas

Un encuentro fatal

Pero es posible que en un universo en el que hubiera predominado la antimateria, las estrellas, galaxias y planetas se hubiesen formado sólo de antimateria. Un posible encuentro entre este universo y el nuestro no es de desear, puesto que provocaría la destrucción de ambos de manera irreversible. Pero esto no es más que una hipótesis, como la de que existan universos con una densidad de materia superior a la nuestra en cuanto a la velocidad de expansión, y que se autodestruirían al pasar de su fase de expansión a otra de contracción.

También cabe pensar en universos que no hubieran dado origen a estrellas y galaxias por su excesiva velocidad de expansión. Del mismo modo, podrían existir universos enteramente ocupados por agujeros negros o incluso privados de materia.

Quizá durante los próximos años, los avances cada vez más vertiginosos de la cosmología permitan dar respuesta a todos los enigmas que el universo nos plantea.

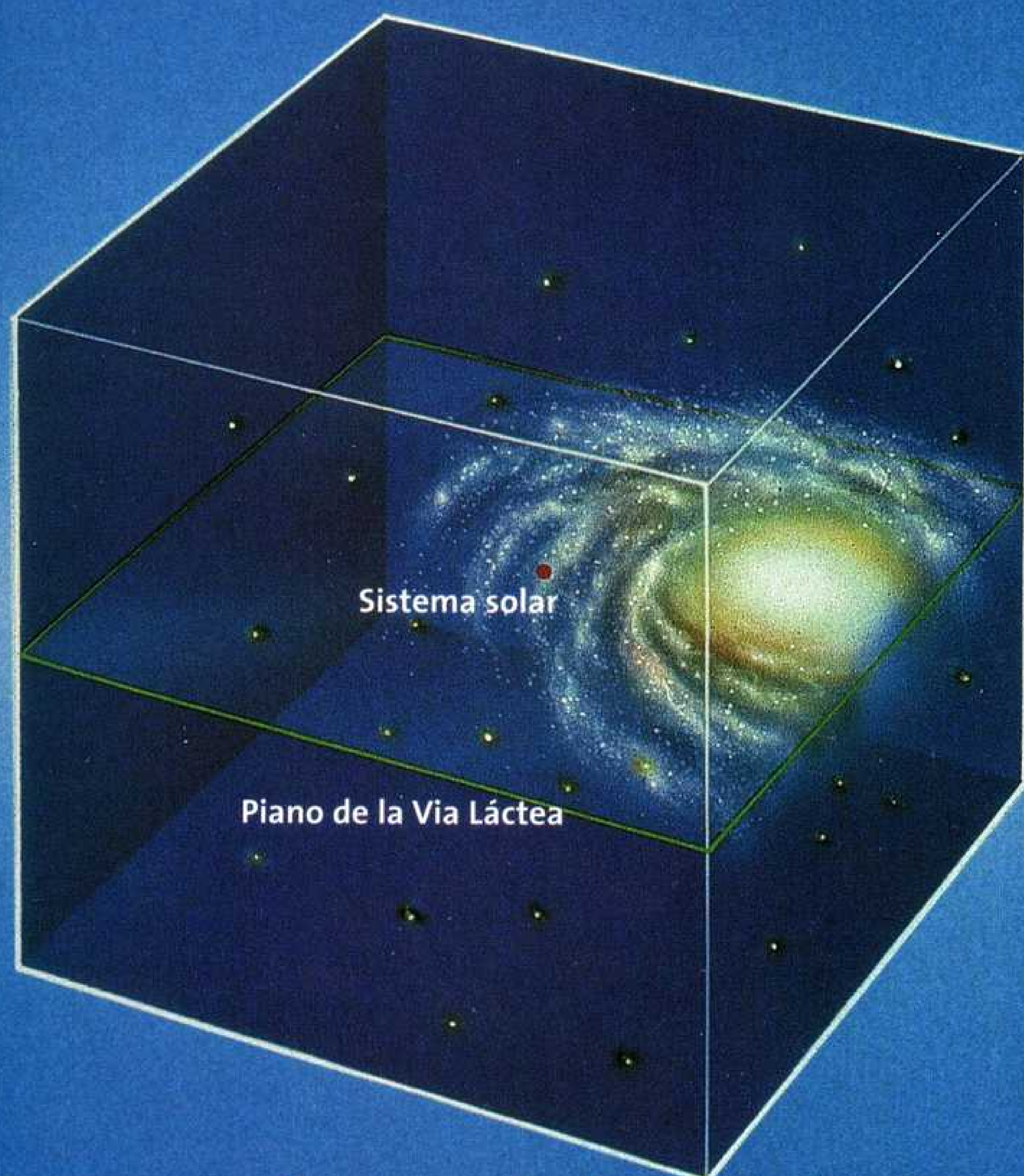
Universo que había empezado a expandirse pero que se destruyó antes de conseguirlo

El enigma de la materia oscura

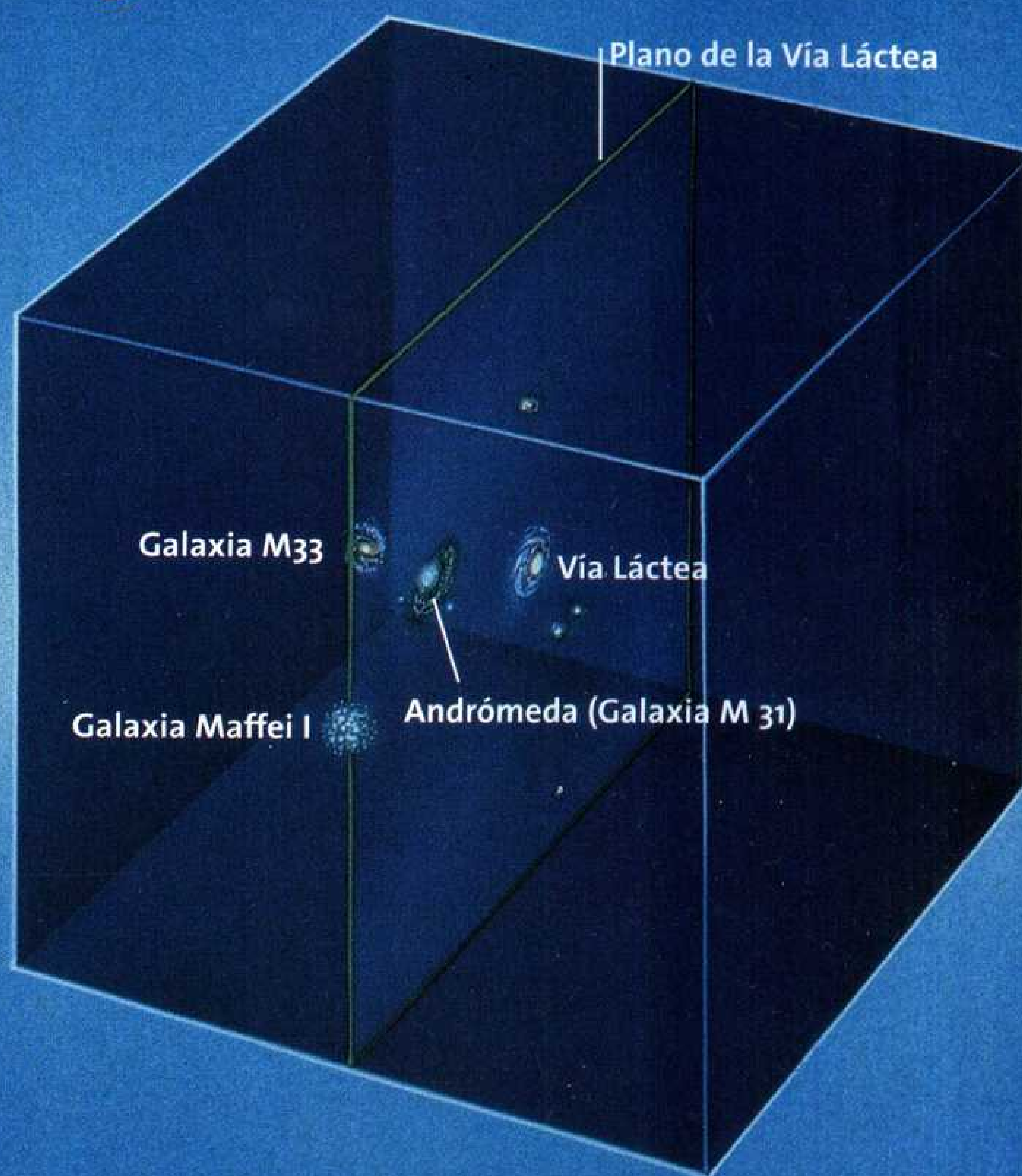
Nuestro Sol es una de las estrellas que componen el sistema galáctico de la Vía Láctea. Ésta forma parte, a su vez, de un cúmulo de galaxias conocidas como Grupo Local. De igual forma, existen otros grupos de galaxias repartidos por el espacio en forma de burbujas gigantes.
Se trata, por tanto, de una estructura estratificada en distintos niveles: galaxias, pequeños grupos galácticos, supercúmulos galácticos... Todas estas estructuras se componen de materia que puede observarse, es decir, visible. Pero también existe una gran cantidad de materia invisible que se estima hasta 10 veces superior a la visible. Se la denomina materia oscura (*dark matter*) y todavía hoy plantea un gran misterio.
Se sugirió su existencia durante la observación de los movimientos de la Vía Láctea. Dentro de nuestra galaxia, el gas y las estrellas giran alrededor de su centro. El movimiento de las estrellas depende de la fuerza de gravedad y de la distancia que las separa del centro, al igual que el movimiento de los planetas dentro del sistema solar: cuanto más alejado del Sol se encuentra un planeta, más lenta será su velocidad de rotación. Pero cuando se observó el movimiento de las estrellas de la Vía Láctea, se descubrió que las estrellas de la parte exterior se desplazaban a la misma velocidad que las del interior. Por tanto, se dedujo la existencia de una gran cantidad de materia no visible presente en la galaxia. Después se supo que este mismo fenómeno se daba en otras galaxias.

Este importante fenómeno se da también en otras galaxias

Los grupos galácticos están compuestos de gas a temperatura muy elevada, y su masa puede ser entre dos y cinco veces superior a la de todas las estrellas del grupo. Estos gases componen por tanto la materia visible de mayor masa del universo. El problema es que la fuerza de gravedad que generan la materia gaseosa y las estrellas al unirse, no es suficiente para atraer el gas al interior del grupo galáctico, por lo que sólo podría explicarse este fenómeno suponiendo la existencia de una materia oscura con una proporción nueve veces superior a la visible.



EL SISTEMA GALÁCTICO DE LA VÍA LÁCTEA
En el dibujo, cada lado corresponde a 100.000 años luz. La Tierra es uno de los planetas que componen el sistema solar. El Sol es una de las estrellas que forman la Vía Láctea y gira alrededor del centro de la galaxia.



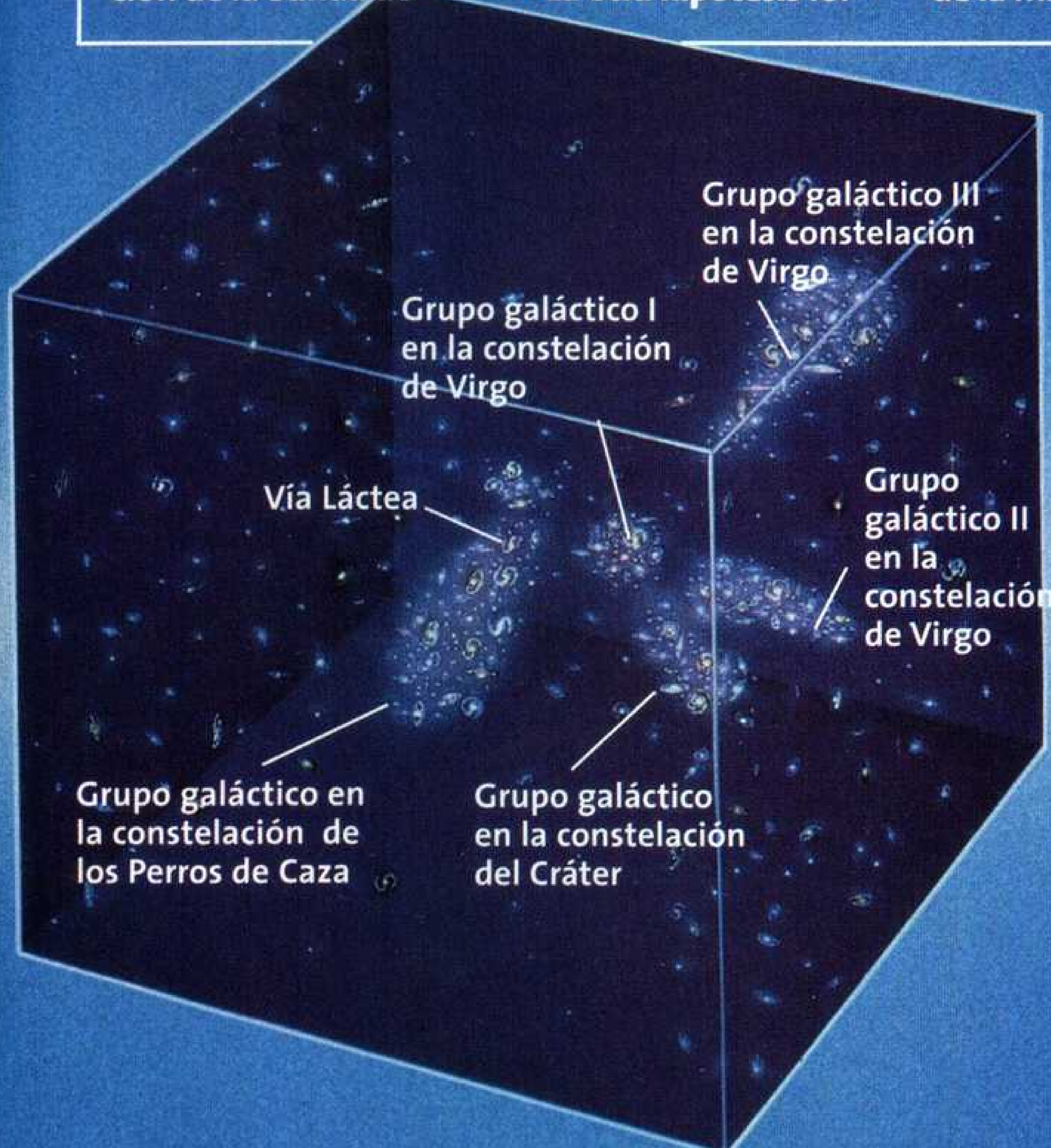
GRUPO GALÁCTICO LOCAL
En este caso, cada lado representa seis millones de años luz. La Vía Láctea forma un pequeño grupo de galaxias llamado Grupo Local junto a otras galaxias, entre las que se encuentra, por ejemplo, Andrómeda.

¿Y si sólo fuéramos una pequeña excepción a la regla del cosmos?

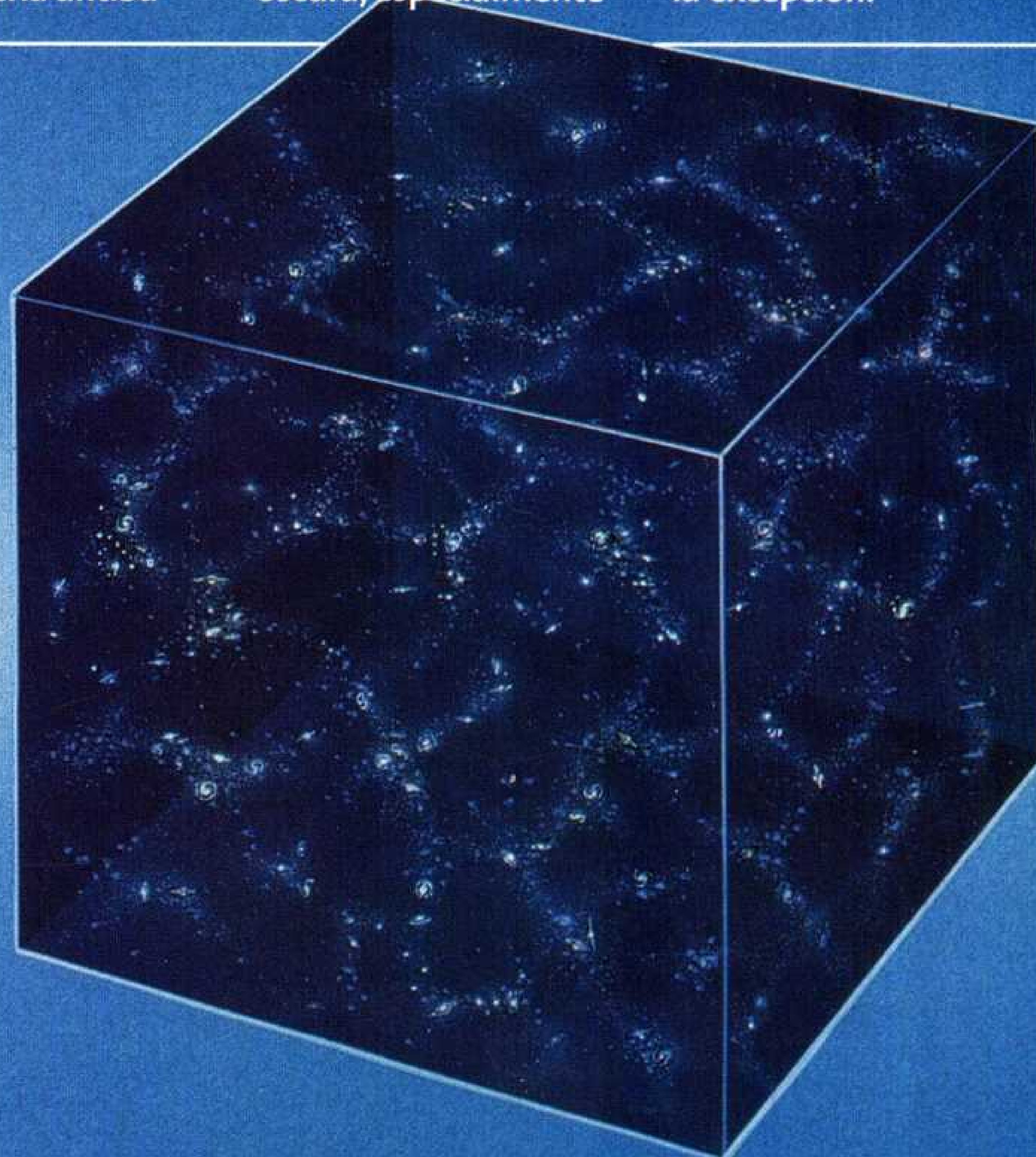
• **Los científicos** han formulado dos hipótesis para explicar la naturaleza de la materia oscura: la bariónica y la antibariónica. Los bariones son los protones y neutrones, es decir, las partículas que componen los átomos y por tanto, la materia que conocemos. Se piensa, por ejemplo, que alrededor de las galaxias existen enormes nubes gaseosas de bariones en forma de halos invisibles. De hecho, dichas nubes han podido detectarse mediante la observación de la banda de rayos X en torno a grandes cúmulos de galaxias. La materia bariónica podría también formar cuerpos extremadamente densos, que los científicos denominan con el nombre de Macho (*Massive Astrophysical Compact Halo Objects*). Entre estos Macho se encontrarían objetos celestes como los agujeros negros. Los investigadores estiman que todos los Macho del universo no justificarían por sí solos toda la materia oscura del mismo.

• **La otra hipótesis** formulada, la de la materia antibariónica, es la que supone la existencia de neutrones dotados de masa. En el pasado se creía que estas partículas no poseían masa; pero hoy muchos datos sugieren todo lo contrario, aunque esta masa sea muy pequeña. Puesto que se ha observado la densidad de los neutrones en el universo, si estas partículas estuvieran dotadas de masa, podrían representar la mitad de la materia del universo. La hipótesis de la materia antibariónica supone también la existencia de las llamadas Wimps (*Weakly Interacting Massive Particles*), partículas de masa muy elevada, antibariónica (es decir, que no está formada de neutrones y protones) pero que apenas interactúan con la materia ordinaria.

• **Actualmente** se desarrollan algunos programas de investigación en EE UU y en la Antártida para detectar la presencia de estas partículas. El posible descubrimiento de la materia oscura, especialmente la de tipo antibariónico, tendría consecuencias revolucionarias tanto en la física de las partículas como en la astrofísica, e incluso en la concepción misma del mundo. Si el universo estuviese efectivamente compuesto en un 90% de materia oscura, significaría que la materia ordinaria compuesta de neutrones y protones (de la que estamos hechos nosotros mismos y toda la materia que nos rodea) no sería la regla, sino la excepción.



SUPERCÚMULOS GALÁCTICOS LOCALES
Cada lado corresponde a 300 millones de años luz. Las galaxias se reúnen en grupos galácticos, en un número que varía entre las 10 y las 100. Estos grupos, a su vez, se unen para formar supercúmulos galácticos.



SUPERCÚMULOS GALÁCTICOS
En este caso, cada lado representa miles de millones de años luz y la materia visible se agrupa como se muestra en el dibujo. Sin embargo, se cree que la materia de la que se compone el universo es casi nueve veces superior a la visible.

Las 'sombras' de las galaxias

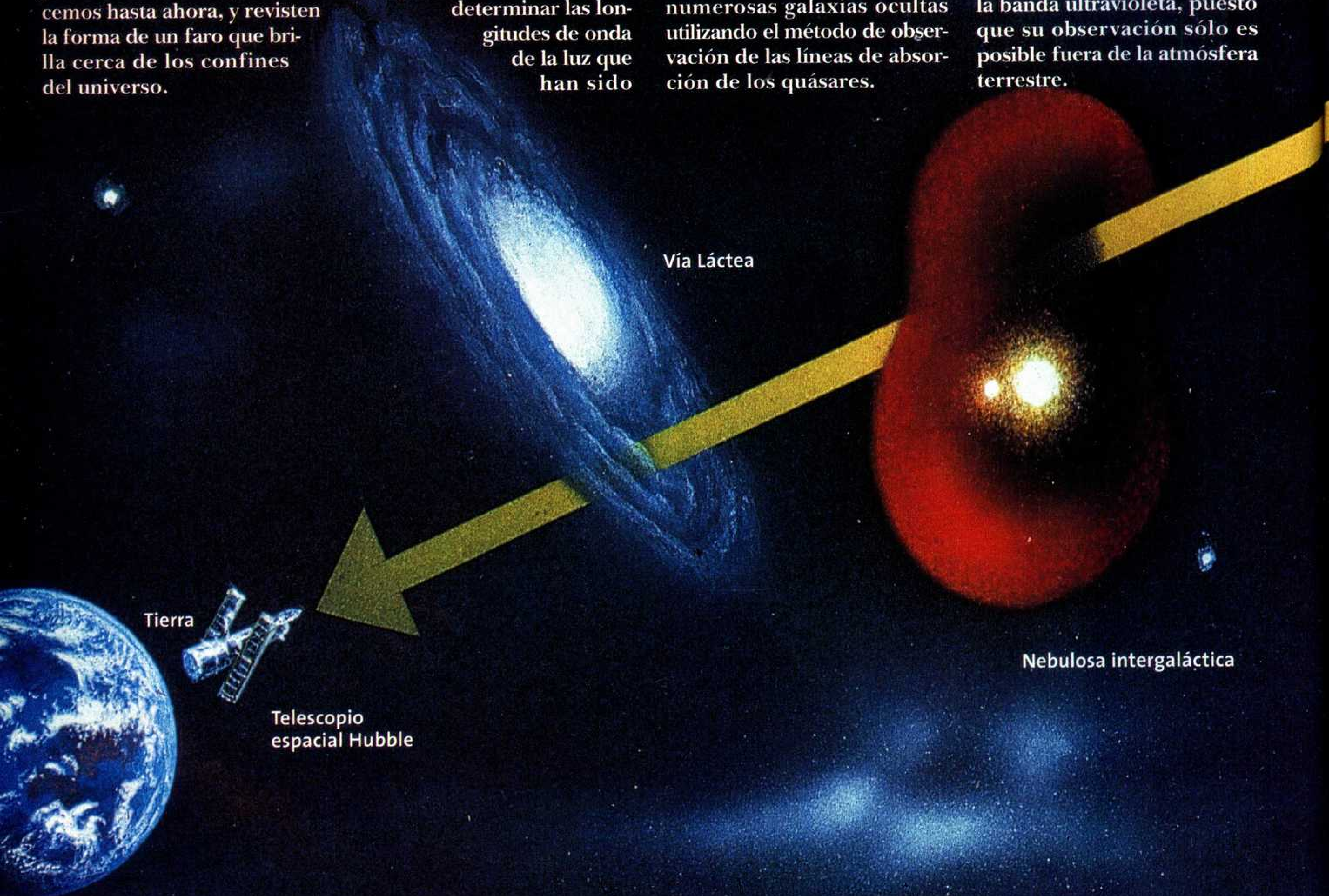
Cuando se escrutan regiones del universo a más de 10 millones de años luz, la luminosidad de las galaxias comunes se hace tan débil que apenas sí pueden fotografiarse. Pero existen otros métodos de observación mucho más eficaces. Por ejemplo, el consistente en escrutar las sombras de las galaxias mediante la observación del quásar. Los quásares (del acrónimo inglés *Quasi-stellar radio source*, es decir, Fuentes de radiación casi estelares) son los objetos celestes más alejados de la Tierra que conocemos hasta ahora, y revisten la forma de un faro que brilla cerca de los confines del universo.

Para que esa luz llegue hasta la Tierra tiene que atravesar la multitud de galaxias y grupos galácticos que jalonan el espacio cósmico. Durante el recorrido se forma una sombra debido a la absorción de la luz de los quásares por los gases que contienen las galaxias. Puesto que en las galaxias atravesadas, los átomos de cada elemento químico: hidrógeno, carbón, etc... absorben la luz en función de la longitud de onda propia del elemento, es posible analizar el espectro de la luz que procede del quásar y determinar las longitudes de onda de la luz que han sido absorbidas. Mediante el análisis del número, profundidad, anchura y longitud de onda de las líneas de absorción, y comparando estos valores a la secuencia temporal del universo, pueden formularse hipótesis sobre la evolución del cosmos y su estructura. Se trata, en consecuencia, de una investigación del universo por medio de las sombras.

Galaxias ocultas

Los astrónomos de la Universidad de California, en San Diego, han detectado numerosas galaxias ocultas utilizando el método de observación de las líneas de absorción de los quásares.

Para investigar con rigor y detalle las líneas de absorción, es necesario captar la luz de los quásares, que a su vez se divide en 10.000 longitudes de onda, y utilizar un telescopio de diámetro grande. Hoy en día sólo existen en nuestro planeta tres observatorios astronómicos donde es posible estudiar las líneas de absorción de los quásares. A estos *gigantes* de la observación cosmológica se suma el telescopio Hubble, un instrumento de investigación excepcional que permite analizar la luz de los quásares en la banda ultravioleta, puesto que su observación sólo es posible fuera de la atmósfera terrestre.





EL LARGO CAMINO DE UN QUÁSAR ES UNA GRAN FUENTE DE INFORMACIÓN
La luz de los quásares es absorbida por distintos cuerpos celestes antes de que llegue a la Tierra. En las ilustraciones, se muestra una hipótesis sobre la forma en que la absorben las galaxias, las nebulosas intergalácticas, los grupos galácticos y el gas de los espacios intergalácticos. Si se analiza la forma en que la luz de los quásares es absorbida antes de alcanzar la Tierra, es posible hacerse una idea de las estructuras cósmicas, como las galaxias, que existen en su recorrido.

Atravesando galaxias y nebulosas, la luz del quásar nos informa sobre sus estructuras

Rayo luminoso emitido por el quásar que pasa junto a la galaxia y queda desviado

Galaxia cuya masa curva el espacio que la rodea

Imagen doble del quásar debida al distinto recorrido realizado por los rayos emitidos

Con el 'efecto

Como predijo Einstein en su Teoría de la Relatividad, el espacio se curva y distorsiona por la acción que ejerce la fuerza de gravedad de las estrellas, galaxias, grupos galácticos, agujeros negros y quásares. Por tanto, la luz varía su trayectoria. Este fenómeno se asemeja mucho al que produce una lente, por lo que ha venido en llamarse lente gravitacional. Para explicarlo de forma más sencilla, es como si en el espacio existieran enormes lentes convexas que distorsionaran, por ejemplo, la luz procedente de un quásar. De esta forma, un mismo quásar podría desdoblarse o incluso obtenerse de él cuatro imágenes distintas.

La existencia de esta suerte de instrumento óptico natural, ha llevado a plantear un nuevo método experimental para ahondar en los misterios del universo.

La costante de Hubble

La edad y la densidad del universo están estrechamente relacionadas con el valor de la constante de Hubble, es decir, la

EL FENÓMENO DEL DESDOBLAMIENTO
El espacio que rodea las galaxias y otros cuerpos celestes, se curva por efecto de la fuerza gravitatoria que ejercen estos mismos cuerpos. Por tanto, la luz que procede de los quásares y de otros cuerpos alejados, sufre una variación en su recorrido que da lugar a una imagen doble de la fuente luminosa.

Quásar que emite rayos de luz

Rayo luminoso emitido por el quásar que pasa lejos de la galaxia y por tanto, no se desvía

lente' conoceremos su edad

relación entre la velocidad de recesión de una galaxia y su distancia desde la Tierra. Las observaciones astronómicas modifican constantemente este valor, por lo que todavía no ha podido determinarse de forma definitiva.
Un método para establecer la constante de Hubble consiste en observar el desdoblamiento de la imagen de un quásar mediante una lente gravitacional. Como puede apreciarse en la ilustración, los dos halos de luz que atraviesan la lente gravitacional realizan trayectorias de distinta longitud y, por tanto, nos llegan desfasadas en el tiempo. La longitud del recorrido depende de la intensidad de la fuerza gravitatoria de las galaxias que producen el llamado efecto lente, y de la constante de Hubble. Por consiguiente, si se mide el desfase temporal de la luz del quásar y la intensidad de la fuerza gravitatoria de las galaxias que actúan como una lente, podrá calcularse la constante de Hubble.
Una investigación sobre la doble imagen del quásar Q0957+561 dio como resultado un desfase en la recepción de la luz comprendido entre 410 y 540 días. Esto supone una constante de Hubble de 30-73, que expresado como edad del universo, arroja valores comprendidos entre los 33.000 y 9.000 millones de años.
El método del efecto lente gravitacional permite observaciones de gran amplitud, adecuadas a las inmensas magnitudes del universo. Para ello deben realizarse observaciones continuas durante periodos superiores a un año y recopilar, posteriormente, los datos referidos a otros quásares. Pero cuando los datos obtenidos sean suficientes, se podrá establecer de forma más precisa la edad de nuestro universo.

De un mismo quásar se pueden recibir dos o cuatro imágenes

NEWTON RESPONDE. Nuestros lectores pueden enviar sus preguntas indicando nombre y dirección a: Revista Newton. Calle Pradillo, 42. 28002 Madrid. Fax: 586 43 14. E-Mail: *newton@el-mundo.es*

¿Por qué los lemmings, esos roedores que habitan en Alaska, deciden de pronto lanzarse al mar en un suicidio colectivo?

José Antonio Morales (Barcelona)

El mito del suicidio colectivo de los lemmings, pequeños ratones de aproximadamente 13 centímetros de longitud que habitan en áreas amplias de Noruega, Siberia, Finlandia, Suecia, Canadá, Alaska y Groenlandia, es completamente falso. Lo que sí es cierto es que un tipo de lemming, el escandinavo (*Lemmus lemmus*), que sufre grandes fluctuaciones en el número de sus ejemplares, emigra en grupos enormes cuando la tundra de la que se alimenta escasea. Su instinto conduce a estos pequeños roedores a buscar alimento de forma obsesiva, atravesando prados y ciudades, y si alcanzan grandes superficies de agua, nadan en busca de las pistas que les conduzcan a los alimentos hasta perecer en el intento. En algunos de los países donde habitan, forman parte del folclor nacional, hasta tal punto que 1998 ha sido declarado el año del lemming en Noruega.



¿Es cierto que una estrella fugaz es una estrella que sale disparada?

Víctor Segura (Málaga)

Las estrellas fugaces no son estrellas que salen disparadas, son simplemente meteoritos que, cuando se desintegran al entrar en contacto con la atmósfera terrestre, pueden arrastrar una estela de luz muy larga y luminosa. El fenómeno de las estrellas fugaces es instantáneo y no dura más de algunos segundos, el tiempo suficiente para que el meteorito desaparezca por completo -lo que sucede en la mayoría de las ocasiones- debido a su pequeño tamaño, o bien choque contra la superficie terrestre.



¿Cómo construían los romanos, fenicios o árabes los pilares de un puente para atravesar un río?

Guillermo Betanzos (Cádiz)

Los fenicios no se caracterizaban por este tipo de construcciones, ya que sólo utilizaban buques. Son los romanos los que construían puentes sobre los ríos. Existen dos tipos de puentes romanos: los primeros son los provisionales o de madera, en los que los pilotes se clavan en el fondo. Si este fondo es muy cenagoso, para evitar que éstos se hundan, los atan en unos travesaños. El segundo tipo es el de obra de albañilería, para el que se construyen unos grandes cajones más o menos herméticos en el río, y en los que se va trabajando mientras se achica el agua. En cuanto a los árabes, utilizaban esta forma de trabajo o bien aprovechaban los momentos de mínimo caudal. También desviaban los ríos o construían presas con el fin de instalar los pilares del puente.

¿Para cuándo se espera el terremoto denominado 'Big One'? ¿Se han tomado medidas?

José Juan García (Aranjuez)

Desde 1992 se espera que el terremoto *Big One* hunda la costa de California con una fuerza de 9,5 grados en la escala de Richter. En 1996, un grupo de científicos suizos del Instituto Federal de Tecnología de Suiza, presentó un estudio basado en los modelos de simulación de un segmento de Parkfield (una diminuta localidad de la falla de San Andrés, en la costa Oeste de EEUU), de 25 kilómetros de longitud. El dato más destacado es el retraso del terremoto hasta aproximadamente el año 2000, debido a la influencia de los avances de las estructuras adyacentes a la falla, que han provocado un aumento de la presión en los poros. Los temblores que se producen en la franja de Parkfield no son fuertes, aunque golpean en un punto considerado crucial para la aparición de un terremoto de intensidad cercana a los 8 grados en la escala de Richter. Esto motivó que la Administración norteamericana creara, en 1985, el mayor experimento sobre predicción sísmica en el punto central del segmento de Parkfield.



Desearía saber qué es la hora zulú

Cesáreo Alcón (Madrid)

Es la hora del meridiano de Greenwich, y sirve para tener un horario universal. Se utiliza en aviación y marina para fijar los planes de vuelo y las rutas por el mar. Así, los controladores saben la posición exacta de los aparatos y barcos en todo momento, indiferentemente de la hora de cada país. Nuestra hora con respecto a la hora zulú (hora z), en invierno es la hora z+1 y, en verano, la hora z+2.

EL NÚMERO DE DIABÉTICOS se multiplicará por dos en los próximos 25 años, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), pasando de los 135 millones de enfermos actuales a 300 millones de afectados.



¿Puede el uso continuado de los móviles favorecer la aparición de enfermedades?

Anna Agustí (Valencia)

La Comisión Europea ha elaborado un informe en el que se hacen una serie de recomendaciones para utilizar los teléfonos móviles. El estudio señala que los usuarios deben ser más prudentes, ya que existen indicios de que pueden afectar a la salud, aunque todavía no existen datos concluyentes al respecto. La recomendaciones se basan en un estudio solicitado a la Comisión por el Gobierno sueco, preocupado por una investigación, hecha en Australia, que mostraba una mayor proporción de tumores cerebrales entre los usuarios de los teléfonos móviles. Además, la Dirección General de la Salud de Dinamarca indicó que los campos elctromagnéticos podrían tener efectos en el sistema nervioso. En cuanto a su relación con la aparición de cánceres, existe la «frágil sospecha de que esos campos sean un factor de desarrollo», según el estudio danés. Suiza ha alertado sobre los intensos campos electromagnéticos que estos aparatos generan en coches y otras habitáculos metálicos cerrados.

¿Qué tengo que hacer para ser astronauta de la NASA?

Rebeca E. Solé (Zaragoza)

La oficina de la NASA en España ha especificado a *Newton* que para ser astronauta de la agencia espacial hay que tener, como primer requisito, la nacionalidad norteamericana. No obstante, cuando las misiones espaciales lo requieren, la NASA incluye en su tripulación astronautas de otras agencias. Por otra parte, si lo que se quiere es entrar en la nómina de astronautas de la Agencia Europea del Espacio (ESA) hace falta reunir una serie de requisitos que ya fueron publicados en el número cinco de nuestra revista.





¿Cómo se graba una imagen o recuerdo en nuestro cerebro?

Luis Marín García (Burgos)

El instante fugaz en que el cerebro humano codifica un acontecimiento como futura referencia, ha sido *capturado* por dos equipos norteamericanos, según reflejan sendos estudios publicados el pasado 21 de agosto en *Science*. En ambos se investigó la actividad neuronal de personas sanas con una técnica denominada Resonancia Magnética Funcional por Imágenes. Uno de estos equipos exploró los mecanismos de la memoria fotográfica, y el otro se centró en la memoria verbal. Ambos identificaron, por primera vez, el córtex del parahipocampo (una estructura situada en el lóbulo temporal medio) y las cortezas prefrontales como las regiones del cerebro que determinan si una experiencia presente se archivará o no en la memoria. Los científicos que estudiaron la memoria fotográfica sabían que determinadas regiones del cerebro se activan al observar una fotografía, como las relacionadas con la vista y aquellas que permiten tomar conciencia global de una imagen. Pero su nivel de actividad no indica si esta información icónica será guardada o no en la memoria. Este equipo científico comprobó que el nivel de actividad en una región del lóbulo prefrontal derecho, así como en varias de los lóbulos temporales, sí permite predecir la forma en que se recordarán las imágenes. Por otra parte, el estudio de la memoria verbal reflejó que el nivel de actividad en determinadas regiones del córtex prefrontal izquierdo es totalmente clave para este tipo de memoria, activándose con mayor intensidad cuando se analiza el sentido de las palabras, lo que sugiere que estas zonas registran en un mismo proceso tanto la experiencia como los significados.

LOS BIÓLOGOS MARINOS que participaron en el reciente II Seminario Europeo sobre Biología y Conservación de los Mamíferos Marinos, abogaron por la creación de santuarios marinos en las costas españolas, encaminados principalmente a la protección de animales en vía de extinción, como es el caso de algunas variedades de ballenas o la foca monje, de la que apenas sobreviven 200 ejemplares. Los santuarios podrían establecerse en zonas como las costas de Canarias o de Asturias, entre otras.

¿Qué pasaría si la Luna desapareciese?

María José Mestre (Valencia)

Los efectos inmediatos en la Tierra serían mínimos. Ni siquiera las mareas desaparecerían, puesto que el Sol también las causa. Sin embargo, Mark Kidger, investigador del Instituto de Astrofísica de Canarias, advierte que notaríamos dos diferencias: las mareas solares serían menores que las lunares y se producirían siempre a la misma hora del día, con algunos minutos de diferencia. «A largo plazo», especifica Kidger, «las consecuencias serían importantes. Algunos animales cuyo ciclo reproductivo está vinculado a las fases de la Luna sufrirían graves problemas de adaptación». Pero las mayores consecuencias se concretarían pasados millones de años. La Luna frena paulatinamente la rotación de la Tierra, calentándose de este modo el interior de nuestro planeta. Sin su influencia, el enfriamiento sería mucho más rápido.

¿Qué calidad de vida tienen las personas con prótesis de cadera?

Joaquín Martínez (Esplugas)

Su calidad de vida varía en función de las condiciones vitales anteriores a la intervención, y, sobre todo, de la edad del paciente en el momento de la operación. Sin embargo, una característica común en todas las personas que se mueven con estas prótesis de cadera es la desaparición del intenso dolor, lo que les ayuda a mejorar anímicamente. Es necesario especificar que los menores de edad no pueden utilizar esta vía quirúrgica, salvo en casos extremos, ya que entonces desaparecería la zona de crecimiento de su fémur. Después de la operación, se puede practicar deporte, siempre y cuando no sea demasiado brusco o muy arriesgado, de lo contrario aparecerían, con toda probabilidad, serios problemas de luxación.



¿A qué se deben las fobias?

Samuel López (Almería)

Las fobias son un trastorno nervioso caracterizado por un temor obsesivo, irracional e intenso frente a un objeto específico. Este temor, desproporcionado con respecto al objeto que lo provoca, suele estar relacionado, según el Conductismo, con alguna experiencia dolorosa previa o desagradable en la que intervino el objeto o situación en particular. La teoría del Psicoanálisis sugiere que las fobias se deben al desplazamiento de un conflicto inconsciente hacia un objeto o situación externos, con los que guarda una relación simbólica. Las manifestaciones típicas son desvanecimiento, fatiga, palpitaciones, sudoración y náuseas, temblor, ansiedad y pánico. Su tratamiento puede llevarse a cabo mediante psicoterapia larga o a través de técnicas conductistas. Entre las fobias más frecuentes, cabe mencionar la agorafobia, es decir, el temor a los espacios abiertos, y la claustrofobia o miedo a los espacios cerrados.

Feb. 6, 1999

Juegos

PONGA A PRUEBA SU AGILIDAD MENTAL

PERSECUCIÓN IMPLACABLE Juan se encontraba en el piso 18 y allí estaba, delante de él. Subío al piso 19 y allí seguía. Al llegar al piso 20 desapareció, pero fue solo fugazmente, porque al subir un piso más volvió a aparecer ¿Qué o quién estaba persiguiendo a Juan?

JUEGOS: RAUL ESPADA GARCÍA / ILUSTRACIONES: CARLOS CABAÑAS

Enigma escondido

Sabemos que en una de estas tres casetas hay un perrito escondido

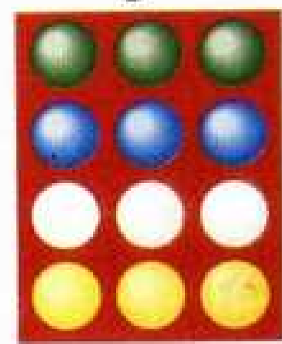
- No está en la caseta 1
- No está en la caseta 2
- Tampoco está en la caseta 3

(A)¿Dónde está el perrito?
(B)¿Como se llama?



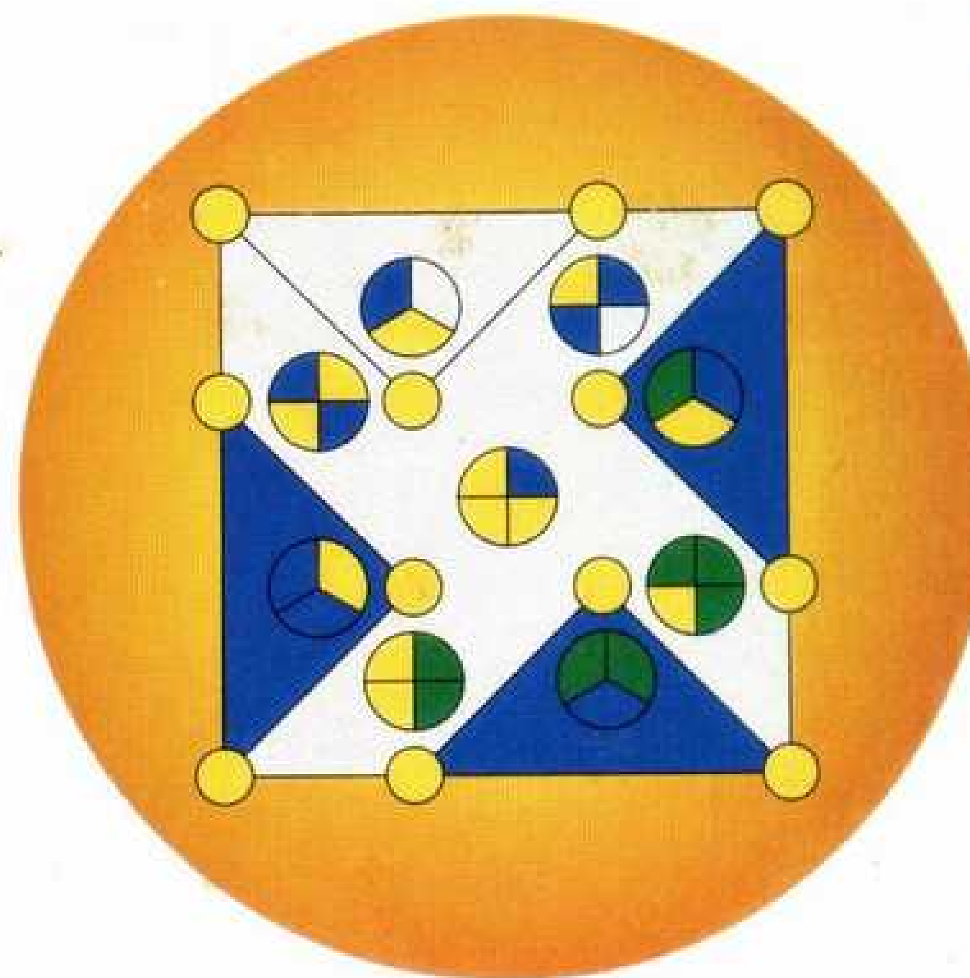
El tablero

Disponemos de doce piezas de tres colores

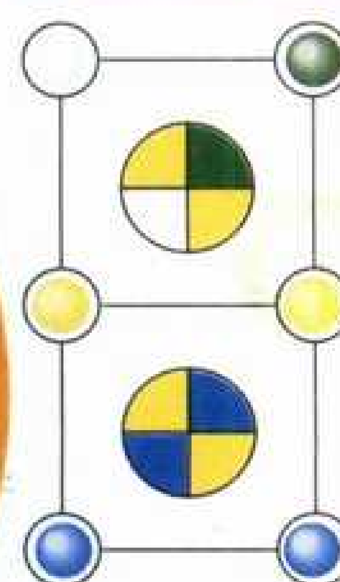


- 3 verdes
- 3 azules
- 3 blancas
- 3 amarillas

Hay que colocarlas en el tablero (figura 1) de manera que en las casillas que son vértices de triángulos o cuadriláteros estén los colores que hay indicados en su interior.



EJEMPLO



El testamento

"Dejo mis diamantes a mis 3 hijos y a mis nietos, habiendo uno para cada uno de ellos. Como los nietos son aun menores de edad, que los padres se encarguen de recoger sus diamantes"



Esto es lo que decía el testamento por lo que:

- Juan recogió la mitad más 1 del total de los diamantes
- Elena recogió la mitad más 1 del resto
- Luis que no tenía descendencia, fue el último en coger.

(A) ¿Cuantos diamantes había en total?
(B) ¿Cuantos hijos tenía Juan? ¿y Elena?

El juego de la tiza y los 12 soldaditos de plomo

El profesor se llevó al patio a sus 14 alumnos y allí les propuso un problema. Sacó 12 soldaditos de plomo de una bolsa y una tiza de su bolsillo, y dijo: "se trata de dibujar en el suelo 3 circunferencias con esta tiza, colocando los doce soldaditos de modo que queden 8 dentro de cada circunferencia" Al cabo de unos minutos, cada uno de los 14 alumnos encontró una solución diferente. ¿Cuántas soluciones eres capaz de encontrar tu?.

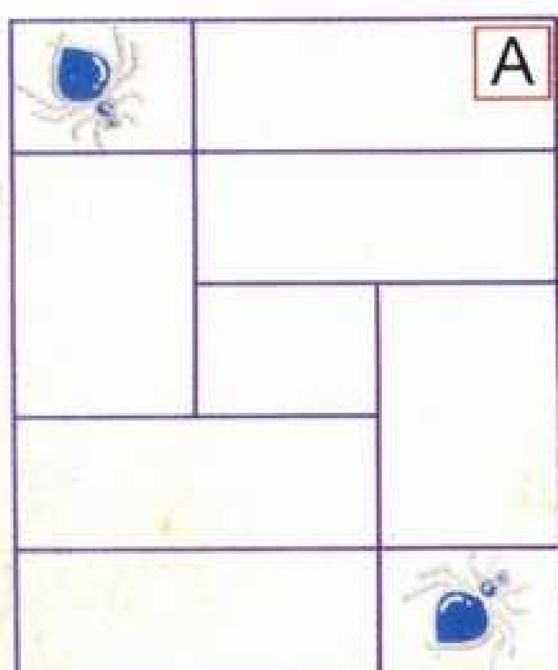


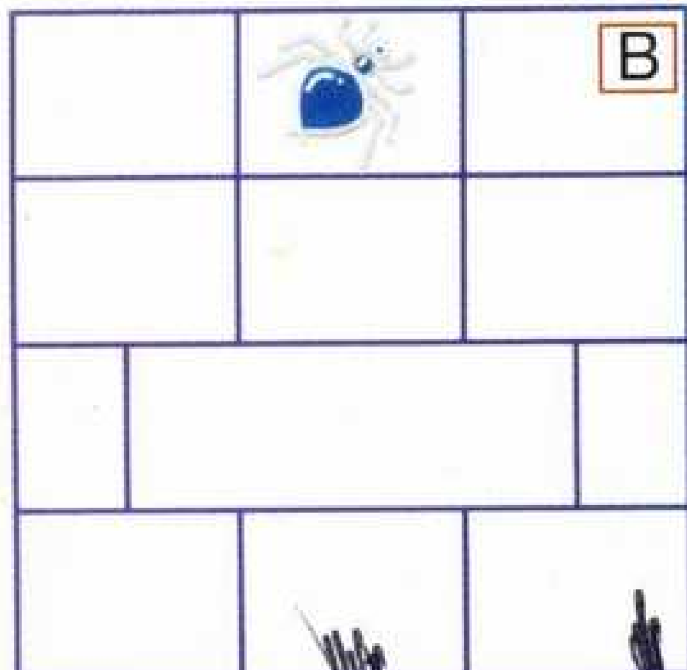
Como el perro y el gato

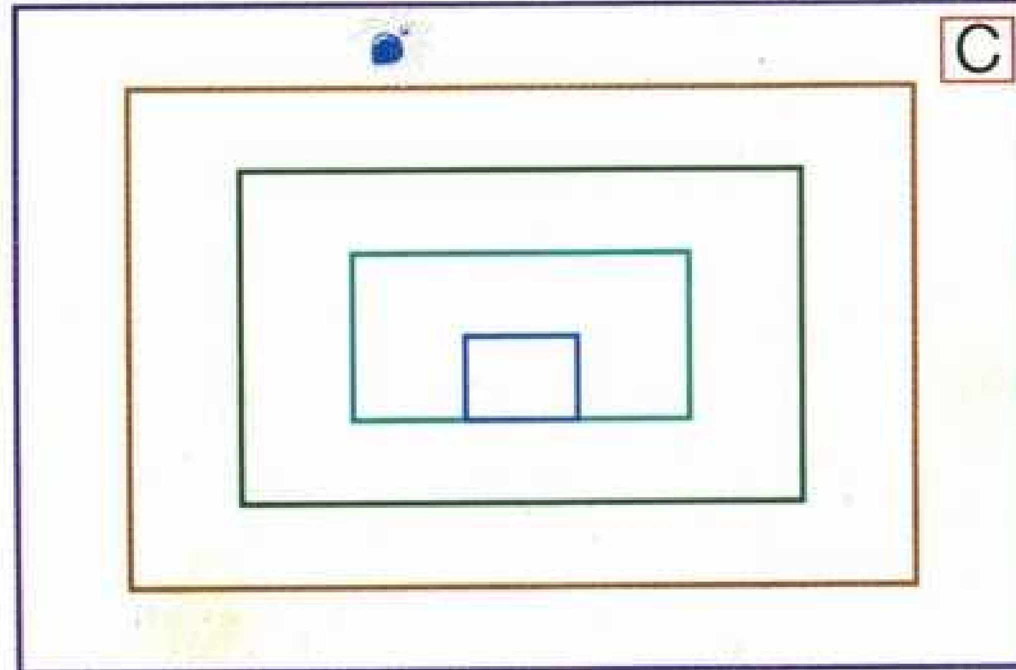
El juego consiste en colocar a los animales en el lugar idóneo dentro de las tres parcelas A, B y C que tenemos disponibles. Las normas son las siguientes:

- Cada parcela consta de diferentes recintos, dentro de los cuales solo puede haber un animal.
- Cada parcela debe haber, como minimo, un Perro, un Gato, un Ratón, una Araña y una Mosca
- En recintos vecinos (fronterizos entre si) no se pueden colocar animales de la misma especie.
- Además, para los recintos vecinos, existe una lista de incompatibilidades:
- El Perro se como al Gato
- El Gato se come al Ratón
- El Ratón se come a la Araña
- La Araña se come a la Mosca

¿Como colocarías a los animales en las parcelas A, B y C ?

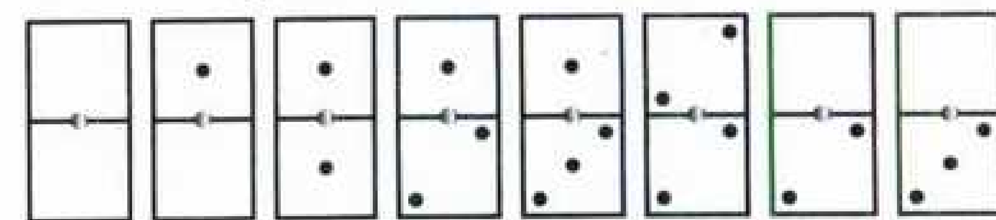


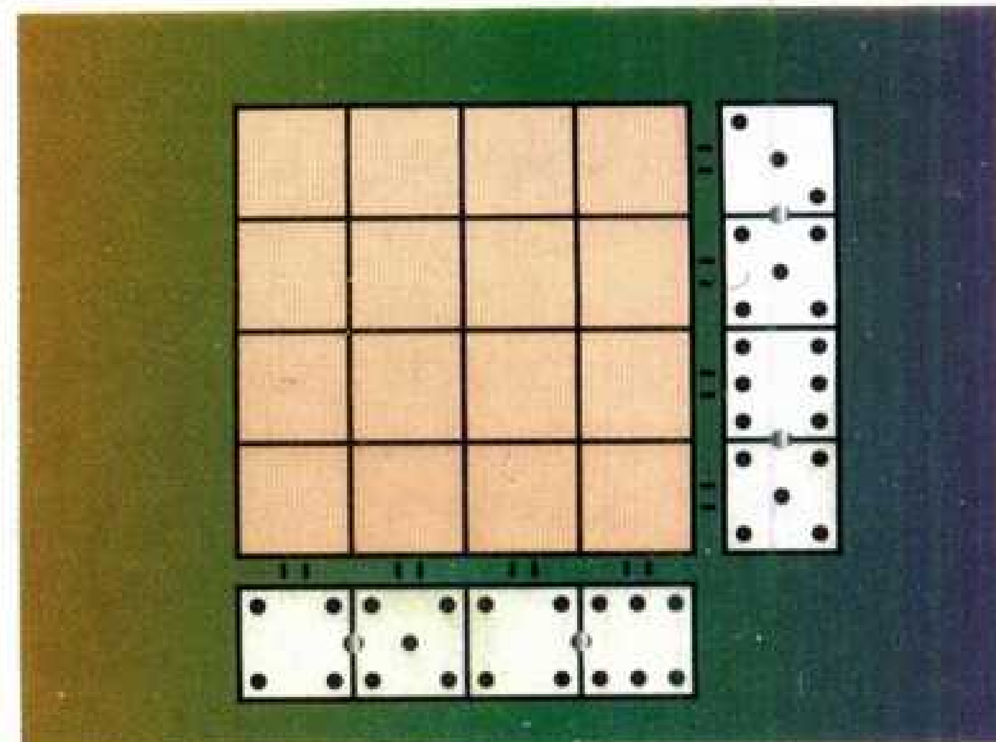




El dominio del dominó

Disponemos de 8 piezas de dominó. Colocalas en el cuadro (ocupando dos casillas cada una) de manera que los puntos de cada horizontal y cada vertical sumen los puntos que hay tras los iguales.





SOLUCIONES EN EL PRÓXIMO NÚMERO